



VALUMAVESIEN KÄSITTELY SULJETULLA KAIVOSALUEELLA

Seuranta ja puhdistusmenetelmät

TEKIJÄ: Timo Järvinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Timo Järvinen			
Työn nimi Valumavesien käsittely suljetulla kaivosalueella			
Päiväys	27.5.2013	Sivumäärä/Liitteet	49
Ohjaaja(t) yliopettaja Merja Tolvanen Savonia AMK lehtori Raimo Lehtiniemi Savonia AMK projekti insinööri Samuli Nikula Outokumpu mining OY johtava asiantuntija Niko Karjalainen Ramboll Finland OY			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Outokumpu Mining Oy			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin vuonna 1987 suljetun Leppävirran Oravikoskella sijaitsevan Kotaladen kaivoksen jälkihoitotoimenpiteitä, alueelta kerääntyviä valumavesiä, niiden ominaisuuksia ja ympäristövaikutuksia. Outokumpu Mining Oy vastaa Kotalahden kaivoksen jälkihoitotoimista kunnostamis- ja päästöjen ehkäisemistimenpiteitä koskevan ympäristöluvan (Itä- Suomen Aluehallintovirasto 78/2011/1, 30.8.2011) mukaisesti. Ympäristöluvan määräysten tarkistamiseksi on tehtävä 31.12.2013 mennessä hakemus ympäristöviranomaiselle. Tässä opinnäytetyössä on käsitelty osittain samoja aiheita, kuin tulevassa lupamuutoshakemuksessa, mutta lupamuutoshakemus tulee olemaan täysin erillinen ja yksityiskohtaisempi ja sen tekee Outokumpu Mining Oy</p> <p>Tässä työssä tarkasteltiin Kotalahden kaivoksen ympäristöluvan ehtoja ja velvoitteita, sekä alueella tehtyjä jälkihoitotoimenpiteitä ja niillä aikaansaatuja tuloksia. Opinnäytetyö perustuu kirjallisuustarkasteluihin sekä käytännön työkokemukseen kohteen maanrakennushankkeissa. Työssä kuvattiin tehtyjä toimenpiteitä ja niiden dokumentointia muun muassa valokuvin.</p> <p>Opinnäytetyö kokoaa yhteen tehtyjä jälkihoitotoimenpiteitä ja samalla työssä esitellään aikaisemmin dokumentoimattomia maanrakennushankkeiden aikana tehtyjä havaintoja ja tulkintoja. Tuloksena saatiin aineistoa, jota voidaan käyttää osana jälkihoitotoimenpiteiden seurannassa ja ympäristöluvan ehtojen tarkistamisessa.</p>			
Avainsanat valumavesi, malmikaivos, ympäristölupa, kosteikkoaltaat,			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author(s) Timo Järvinen			
Title of Thesis Runoff Water Treatment in Closed Oremine Area			
Date	27 May, 2013	Pages/Appendices	49
Supervisor(s) Mrs Merja Tolvanen Principal Lecturer Mr Raimo Lehtiniemi Lecturer Mr Samuli Nikula Project Engineer Mr Niko Karjalainen Senior Consultant			
Client Organisation /Partners Outokumpu Mining OY			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to study the characteristics and environmental impacts of runoff water at the closed Kotalahti ore mine located in the village of Oravikoski in Leppävirta. Another goal was to study the measures taken to purify the waters by preventing emissions as well as to study the results obtained from them.</p> <p>The environmental requirements were studied first. Then the measures and results were analyzed. The measures taken included the final covering of the tailings basin as well as conducting the runoff water and leachate for after treatment into a wetland and a pool cleaner.</p> <p>The author's hands-on experience of the field together with some of the monitored data, collected while working on the site during 2008- 2012, were used as a basis for analyzing the results.</p> <p>As a result this thesis brought together the final results received from the after treatment measures. The results can be used as part of an after treatment follow-up and environmental permit.</p>			
<p>Keywords</p> <p>runoff water, ore mining, environmental permission, wetland basins, tailings</p>			

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö liittyy opiskeluuni Savonia AMK:n infrarakentamisen ja kaivannaisalan työnjohdon koulutusohjelmassa. Aloitin opiskelut vuoden 2009 tammikuussa ja alkuperäinen tavoite oli valmistua vuoden 2012 keväällä. Aina asiat ei mene suunnitelmien mukaan ja nyt 2013 keväällä olen vihdoin opiskelun loppusuoralla. Töiden ohessa opiskelu on ajankäytön kannalta erittäin haastavaa ja vaatii kaikilta lähipiirissä myös työyhteisössä mukana olevilta tukea, ymmärrystä ja joustoa. Opiskeluun käytetty aika on aina vapaa-ajasta pois, mutta myöhemmin auttaa myös arvostamaan ajankäyttöä ja asioiden priorisointia. Hyvä ilmapiiri opiskelijoiden kesken ja huumoripitoinen asenne on välttämätöntä motivaation ylläpitämiseksi. Opiskeluryhmämme koostui työelämässä olevista ja osin jo pitkänkin kokemuksen omaavista henkilöistä, jotka osasivat antaa palautetta ja tuoda omia kokemuksia opiskeluun. Työskennellessäni Maansiirto E. Huttusella Kotalahden kaivosalueella useana vuonna, löysin opinnäytetyönaiheen joka on minulle tuttu, mutta myös ajankohtainen.

Timo Järvinen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Tausta ja tavoitteet	7
1.2	Opinnäytetyön työelämäyhteys	8
2	KAIVOSTOIMINTA SUOMESSA	9
2.1	Kaivostoiminnan historia	9
2.2	Kaivostoiminnan tulevaisuuden näkymät	9
2.3	Kaivostoiminta ja ympäristö	10
2.4	Kotalahden kaivoksen historiaa	10
2.5	Kotalahden kaivosalueen nykytilanne	11
3	KOTALAHDEN KAIVOSALUEEN VALUMAVEDET	13
3.1	Pintavalunta	13
3.2	Veden suotautuminen	13
3.3	Tulkinta pintavalunnan ja suotautumisen suunnista	14
3.4	Kaivoksen ylivuotovedet	14
3.5	Ulkopuoliset pintavedet	15
4	KOTALAHDEN KAIVOSALUEEN YMPÄRISTÖKUORMITUS KAIVOSTOIMINNAN PÄÄTTYTTYÄ	16
4.1	Kotalahden kaivokselle myönnetyt ympäristöluvat	16
4.2	Ympäristöluvan tarkkailu ja raportointi	18
4.2.1	Kaivosvesien tarkkailu	18
4.2.2	Oravilahteen johdettavat vedet	18
4.2.3	Vaikutustarkkailu	20
4.2.4	Raportointi	21
4.2.5	Muu tarkkailu ja seuranta	22
4.3	Tarkkailuohjelman mukaisia tuloksia vuosilta 2005–2012	22
4.4	Kotalahden kaivoksen velvoitetarkkailu	23
5	TEHDYT TOIMENPITEET PÄÄSTÖJEN EHKÄISEMISEKSI	25
5.1	Vesien kosteikkokäsittely	25
5.2	Valumavesien puhdistamo ja sen huolto	26
5.3	Rikastehiekka-alueen peitto	29
5.4	Rikastehiekka-alueen haittojen ehkäisy	30
5.5	Sulfaatinpelkistyksen hyödyntäminen kaivosvesien käsittelyssä	35

5.5.1	Louhoskäsittely	35
5.5.2	Louhoskäsittelyn toteuttaminen käytännössä	36
5.6	Koepumppaus kaivoskuilusta	38
5.7	Koetoiminan mittaukset ja seuranta	39
5.7.1	Virtaaman mittaaminen V-mittapadolla	40
5.8	Veden laatu koetoiminnan aikana 2010–2012	42
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	45
	LÄHTEET	48

1 JOHDANTO

1.1 Tausta ja tavoitteet

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan vuonna 1987 suljetun Leppävirran Oravikoskella sijaitsevan Kotalahden kaivoksen alueen jälkihoitotoimenpiteitä, alueelta kerääntyviä valumavesiä, niiden ominaisuuksia ja ympäristövaikutuksia. Outokumpu Mining Oy vastaa Kotalahden kaivoksen jälkihoitotoimista kunnostamis- ja päästöjen ehkäisemistoimenpiteitä koskevan ympäristöluvan (Itä-Suomen Aluehallintovirasto 78/2011/1, 30.8.2011) mukaisesti. Ympäristöluvan mukaisesti on määräysten tarkistamiseksi tehtävä 31.12.2013 mennessä hakemus. Tässä opinnäytetyössä käsitellään osittain samoja aiheita kuin tulevassa lupamuutoshakemuksessa, mutta lupamuutoshakemus tulee olemaan täysin erillinen yksityiskohtaisempi Outokumpu Mining Oy:n toimesta laadittava selvitys

Tässä työssä tarkastellaan Kotalahden kaivostoiminnan historiaa, kaivoksen jälkihoidon ympäristöluvan ehtoja ja velvoitteita, sekä tarkastellaan alueella tehtyjä jälkihoitotoimenpiteitä ja niillä aikaansaatuja tuloksia. Opinnäytetyö perustuu kirjallisuustarkasteluihin sekä käytännön työkokemukseen kohteen maanrakennushankkeissa. Työssä kuvataan tehtyjä toimenpiteitä ja niiden dokumentoitua muun muassa valokuvin. Opinnäytetyö kokoaa yhteen tehtyjä jälkihoitotoimenpiteitä ja samalla työssä esitetään aikaisemmin dokumentoimattomia maanrakennushankkeiden aikana tehtyjä havaintoja ja tulkintoja. Johtopäätöksenä todetaan, että tehtyjen toimenpiteiden tulokset ovat rohkaisevia ja valumavesien haitta-aine pitoisuudet ovat laskeneet, vaikkakin tehtyjen toimenpiteiden tulokset näkyvät valumavesissä viiveellä.

Opinnäytetyön tavoitteena on koota aineistoa tehdyistä toimenpiteistä ja esittää aiemmin dokumentoimattomia maanrakennushankkeiden aikana tehtyjä havaintoja ja tulkintoja. Tehtyjä päästöjen ehkäisytoimenpiteitä ja niillä aikaansaatuja tuloksia todenneetaan seurantaaineiston perusteella. Käytännön kokemusta ja osan seurantaaineistosta olen kerännyt henkilökohtaisesti, työskennellessäni kyseisellä kohteella.

Rikastehiekka-alueen peiton yhteydessä tutkittiin sellutehtaan puhdistamolietteen soveltuvuutta alueen peittoon. Henkilökohtaisena tutkimuksena oli peittomateriaalin kerrospaksuuden seuranta peittotyön jälkeen. Materiaalin kosteusvaihteluista johtuen haluttiin tutkia, mikä on oikea kerrospaksuus levitystyön aikana, jotta riittävä kasvukerros saavutettaisiin.

1.2 Opinnäytetyön työelämäyhteys

Olen työskennellyt Maansiirto E. Huttunen Oy: n palveluksessa vuodesta 2004 lähtien. Työkohteina on ollut useita kaivosalan kohteita. Kotalahden kaivoksella olen ollut kaivoksen jälkihoitotöiden työnjohtotehtävissä, vuosien 2007–2012 välisenä aikana. Jälkihoitotöihin on kuulunut, puhdistamon huolto ja saaneeraus, rikastehiekka-alueen peitto, koetoimintojen seuranta, vesiputkistojen rakentaminen ja suunnittelu.

Tässä työssä tutustutaan menetelmiin joita käytetään yleisesti luonnonvesien käsittelyyn ja miten veden ominaisuuksiin vaikuttamalla voidaan erottaa haitallisia aineita vedestä. Vaumavesien käsittelyssä pyritään ns. passivisiin menetelmiin jolloin järjestelmä toimisi huoltovapaasti ja ilman valvontaa. Tässä työssä käsitellään myös erityispiirteitä jotka tekevät vesien hallinnan ongelmalliseksi kyseisellä kaivosalueella.

2 KAIVOSTOIMINTA SUOMESSA

2.1 Kaivostoiminnan historia

Vuodesta 1530 lähtien Suomessa on ollut useita satoja kaivoksia. 1900-luvulle tultaessa oletettiin maamme malmivarojen jo ehtyneen, kunnes vuonna 1908 Rääkkylän pitäjässä Kivisalmen laivaväylää ruopattaessa löydettiin kellertävä kivi. Kivi lähetettiin tutkittavaksi Helsingin Geologiselle toimistolle, joka arvioi näytteen sisältävän runsaasti kuparia. Geologinen toimisto antoi tutkimustyön johdon vuori-insinööri Otto Trüstedtille. Malmia etsittiin ensin Rääkkylän ympäristöstä, kunnes vuonna 1910 koekaivauksin ja kairauksin löytyi kupariesiintymä Outokummusta.

Kaivostoiminta Outokummussa alkoi koelouhinnalla 1910, mutta poikkeuksellisen rikas malmi käynnisti kaivostoiminnan ja oudon kummun rinteeseen rakennettiin malminkäsittelylaitos joka aloitti toimintansa v. 1913. Alkuaikoina kaivostoiminta oli vaivalloista ja kannattamatonta. Vuonna 1917 kaivos siirtyi norjalaisten omistukseen. Hekään eivät onnistuneet luomaan tuottoisaa kaivosta eivätkä tuottoisaa kuparitehdasta. Outokummun kaivos siirtyi takaisin suomalaisille v. 1921 ja kaivoksen johtajaksi nimitettiin Eero Mäkinen. Kaivosyhtiön pääkonttori siirrettiin Outokumpuun, jossa se toimi 1940-luvun lopulle saakka. Vuonna 1932 Outokummun kaivos muutettiin osakeyhtiöksi Outokumpu Oy:ksi. Suomen teollisuuden kehitys oli 1930-luvulla nopeaa. Outokumpu Oy:n historiassa ajanjakso 1930–1950 oli voimakasta kasvun aikaa ja yhtiö avasi ympäri suomea uusia tuotantolaitoksia. (Itä suomen yliopisto.Kaivostoiminnan kehitys Suomessa)

2.2 Kaivostoiminnan tulevaisuuden näkymät

Metallien ja mineraalien kulutus kasvaa jatkuvasti ja vastaavasti louhintaakin on lisätty. Suomessa metallimalmien louhinta on kymmenkertaistunut reilussa kymmenessä vuodessa. Nyt Suomen noin 50 kaivoksesta ja louhoksesta kahdessatoista louhitaan metallimalmeja kuten nikkeliä, kuparia, sinkkiä sekä kultaa. Viime vuosina on tehty merkittäviä investointeja kaivoksiin ja toisaalta myös kaivosten ympäristöasiat ovat saaneet huomiota osakseen. Pääministeri Jyrki Kataisen hallitusohjelmaan (2011–2015) on kirjattu, että valtio edistää toimenpiteillään kaivostoiminnan ja koko mineraaliklusterin kehitystä ja kestävää kasvua. Kaivosalan osaamisesta päätettiin tehdä yksi Suomen EU-politiikan painopisteistä. Suomessa kehitetään luonnonvarojen kestävää, taloudellista ja innovatiivista hyödyntämistä. (Työ ja elinkeinoministeriön julkaisuja 69/2010, 29)

2.3 Kaivostoiminta ja ympäristö

Kaivostoiminnan ympäristöasioiden ajankohtaisuutta kuvaa hyvin niiden näkyvyys mediassa ja tutkimustyössä viime vuosien aikana. Kaivosten jälkihoidon tueksi on laadittu vuonna 2005 osana Kaivostoiminnan ympäristötekniikka-projektia, Kaivoksen sulkemisen käsikirja, jonka tavoitteena on toimia oppaana ja apuna kaivostoiminnan sulkemisen suunnittelussa ja toteutuksessa. Vuonna 2011 on Suomen ympäristökeskus julkaissut oppaan Metallimalmikaivostoiminnan parhaat ympäristökäytännöt. Muun muassa edellä mainituissa oppaissa on käsitelty kaivosten jälkihoitoa ja oppaita on käytetty myös tämän opinnäytetyön lähtöaineistona.

Kaivosten sulkemisesta ei ole yksityiskohtaisesti säädetty missään yksittäisessä laissa tai säädöksessä, vaan sitä säätelevät useat eri lait ja asetukset sekä niiden pohjalta annettavat lupasäädökset. Joidenkin toimenpiteiden osalta lainsäädäntö määrittelee sulkemiselle puitteet tai tavoitteet ja ratkaisut tehdään ns. hyvän käytännön tai tavan mukaisesti seuraten aiemmista kaivosten sulkemisesta saatuja kokemuksia. Yhtenäisen käytännön saamiseksi on kaivosten sulkemisen käsikirjaan koottu sulkemisen yleiset periaatteet ja sen edellytykset, ja niiden pohjalta on laadittu ehdotus sulkemistoimenpiteistä, joissa otetaan huomioon mm. kansalliset ja EU-tasoiset vaatimukset. (Kaivoksen sulkemisen käsikirja, 2005)

2.4 Kotalahden kaivoksen historiaa

Kaivostoiminta sai alkunsa Arvo Paakkulaisen 1954 löytämästä malmikivistä jonka perusteella Outokumpu Oy aloitti alueella tutkimukset. Vehkan tutkimuskuilu avattiin 1956 mutta varsinainen kaivostoiminta sai alkunsa 1957. Kaivostoiminnasta on syytä mainita osan malmioista sijainneen osittain Vehkalammen alla ja osittain valtatie 1:n alla. Kaivoskuilut ulottuivat aina 814 metrin syvyyteen maan alle ja ajokelpoista tietä maan alla oli n. 50 km. Rikastetun malmin kuljetus on tapahtunut kuorma-autoilla Oravikoskelta Varikauden Lehtoniemen asemalle, josta se on lastattu junaan kohti Harjavaltaa. Rikastamon laitteistot ja menetelmät ovat olleet oman aikansa huipputeknologiaa ja Outokumpu Oy:n oman tuotekehityksen tulosta. (Leppävirran Kunta. Savolainen Arto. 2006. Oravikosken taajaman alueinventointi.)

Kotalahden kaivoksen rikastamo on tarvinnut vettä toimiakseen ja se on saatu Oravikosken halkaisevasta vesireitistä. Rikastejätevesi on ohjattu Vehkalampeen joka on suljettu rikastejätealtaaksi. Pisimmillään jätevesiputkea on ollut n. 4 km. Kaivostoiminnan päättymisen yhteydessä kaikki kaivoskuilut ovat täyttyneet ja täytetty vedellä sortumisvaaran ehkäisemiseksi. Kaivos suljettiin vuonna 1987. Outokumpu Oy:n Kotalahden kaivoksella työskenteli enimmillään n.300 henkilöä. (Leppävirran Kunta. Savolainen Arto 2006. Oravikosken taajaman alueinventointi.)

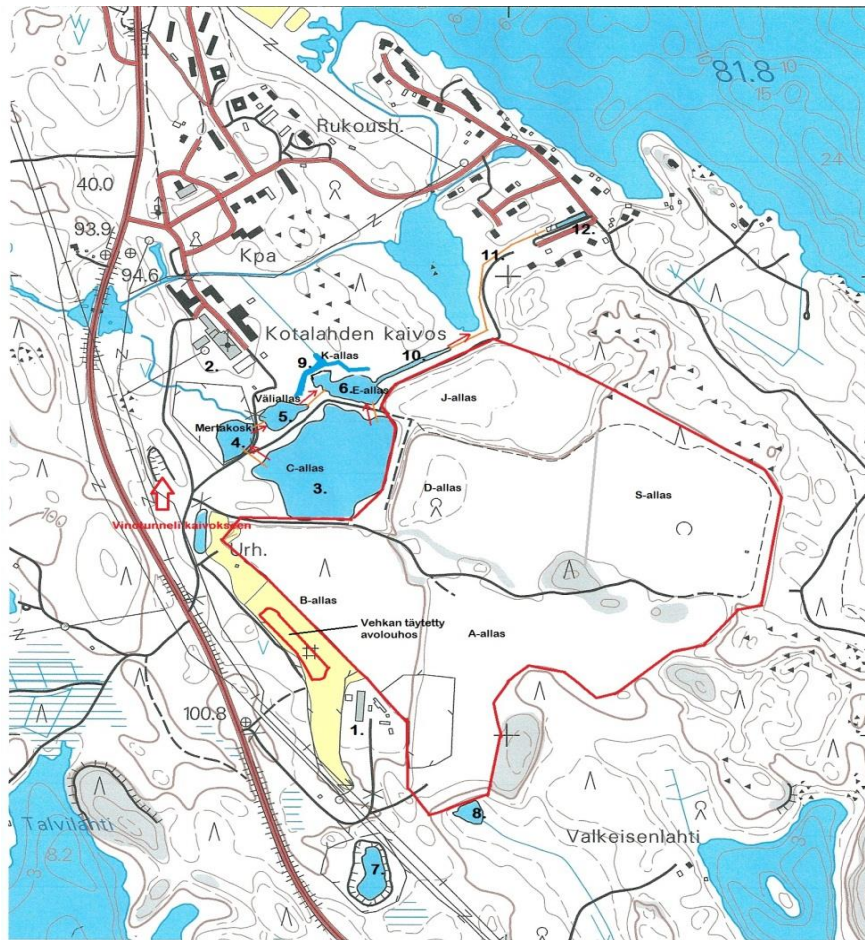
2.5 Kotalahden kaivosalueen nykytilanne

Kaivostoiminnan päättymisen jälkeen alueella oleviin kiinteistöihin on siirtynyt yrityksiä, mm. Oravikosken konepaja joka toimii entisissä rikastamorakennuksen tiloissa. Vehkan kaivostorninrakennuksissa on toiminut sahalaitys 1990-luvulla. Outokumpu Oy on myynyt maa-alueita Leppävirran kunnalle, joka on kaavoittanut asuintontteja Oravilahden rantaan. Kaavoitetulle alueelle onkin muodostunut uusasuntoalue, joka sijaitsee aivan kaivoksen rikastehiekka-alueen vieressä. Oravikosken taajamassa on n. 350 asukasta. (Savolainen Arto. Leppävirran kunnan rakennusinventointi 2005–2006.)

Entisellä Kotalahden kaivosalueella (kuva 1) on olemassa olevia teitä jotka ovat varsin hyväkuntoisia, siitä johtuen alue onkin suosittua ulkoilualueita. Rikastehiekka-alueella on ollut aikaisempina vuosina esim. vinttikoirarata, jossa on järjestetty koirien juoksupilailuja. Osalle alueesta on Leppävirran kunta ajanut lähialueilta rakennustöiden yhteydessä poistettuja pintamaita ja louhetta. Kaivosalueella on kolme aidalla eristettyä aluetta, joissa on sortuman mahdollisuus.

Oravilahden virkistyskäyttöä haittaa kaivosalueen aiheuttamat rauta- ja nikkelipäästöt. Outokumpu Mining Oy on erilaisilla toimenpiteillä pyrkinyt vähentämään vesistöön joutuvia metallipitoisuuksia. Entisen Vehkalammen paikalle on rakennettu kosteikko johon on kerätty rikastehiekka-alueelta tulevia valumavesiä. Vehkalammen kosteikkoa kutsutaan nimellä C-allas (kuva1 nro3). Muut kosteikkoaltaat tunnistetaan nimillä, Mertakoski, Väliallas, E-allas, Purkuoja ja K-allas.

Oravilahteen laskevan purkuojan suulle on rakennettu vuonna 2001 puhdistamo (kuva1 nro12). Puhdistamo käsittää kuivasuodattimen, laskeutusaltaan ja hidassuodattimen. Puhdistamo on mitoitettu kaivoksen kautta tuleville ylivuotovesille ja kaivosalueelta tuleville vesille. Alueen ulkopuolelta tuleville vesille on rakennettu ohitusputki Vehkan avolouhoksen luota Mertakosken- ja välialtaankosteikon ohi K-altaaseen (kuva1 nro 9). K-altaaseen kerääntyvät myös entisen rikastamon piha-alueen ja osa Oravikosken taajaman valumavesistä. Vedet johdetaan edelleen putkea pitkin Oravijokeen ja edelleen Oravilahteen. K-altaan purkuputki on mitoitukseltaan pieni varsinkin keväällä lumien sulamisen aikaan jolloin K-altaan vedenpinta nousee ja aiheutti veden nousua lähirakennusten kellareihin. Vuonna 2011 kaivettiin K-altaan jatkeeksi avo-oja suoraan Oravijokeen tulva ongelman poistamiseksi.



Kuva 1. Kotalahden kaivosalue ja kohteiden numerointi

Kuva. Maanmittauslaitos. Avoindata

- | | |
|---|---|
| 1. Vehkan kuilu ja hissitorni | 7. Huhtijärven avolouhos |
| 2. Mertakosken hissitorni ja rikastamorakennukset | 8. Valkeisen kosteikko |
| 3. Entinen Vehkalampi myöh. C-allas | 9. K- allas |
| 4. Mertakosken kosteikko | 10. Purkuoja |
| 5. Väliallas | 11. Valumavesien purkuputki puhdistamolle |
| 6. E-allas | 12. Valumavesien puhdistamo |

3 KOTALAHDEN KAIVOSALUEEN VALUMAVEDET

Kotalahden kaivosalue käsittää yli 100 ha alueen jolta muodostuvat sade ja sulamisvedet kerääntyvät pintavaluntana tai suotautumalla kosteikkoihin ja kaivoskuiluihin. Rikastehiekka on läjitetty kaivoksen toiminnan aikana lietteenä rikastehiekka-altaisiin. Altaat on merkitty kirjaimin A-, B-,D-, S- ja J-allas. Rikastehiekka alueen keskellä on kalioharjanne, joka jakaa veden valumisalueen eri suuntiin. Rikastehiekka-alue on vuonna 1987 kuivattu kaivamalla ojia altaiden pohjalle. Osa vesistä valuu pintavaluntana rikastehiekan pinnan muotojen mukaan. Altaisiin on tehty rumpuputkia patopenkkojen läpi pintavalunnan ohjaamiseksi C-altaaseen (kuva1. kohde3). A-altaasta vedet valuvat pintavaluntana Valkeisen kosteikkoon(kuva1, kohde8).

3.1 Pintavalunta

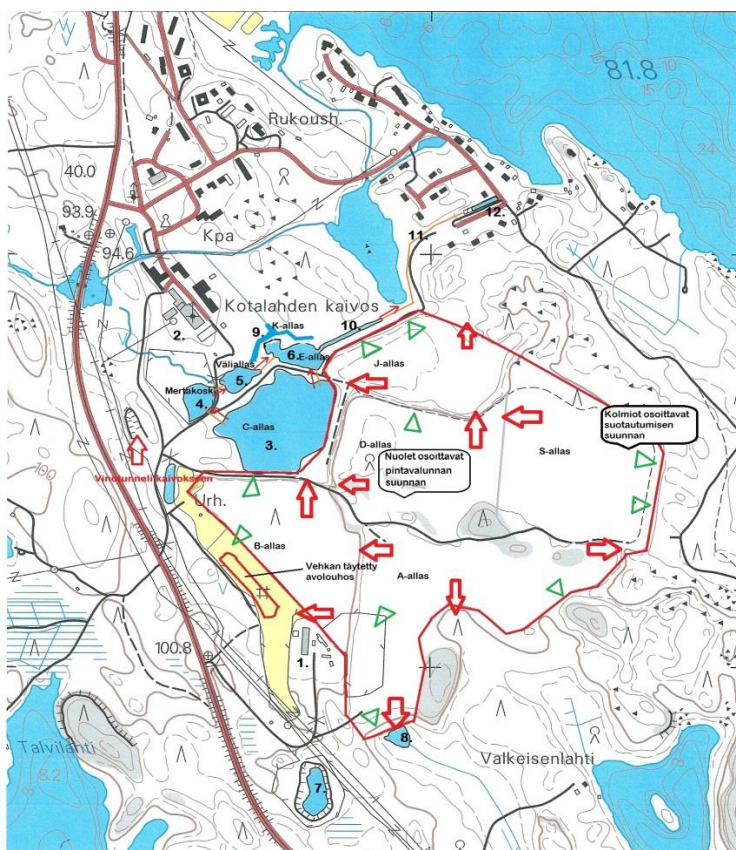
Sade ja sulamisvesiä kerääntyy rikastehiekka-alueelta runsaiden sateiden aikana sekä keväisin lumen sulaessa. Rikastehiekka on rakeisuudeltaan varsin hyvin vettä läpäisevää ja siksi pintavaluntaa esiintyy vain hyvin pitkäaikaisten ja rankkojen sateiden aikana. Keväisin nopea lumen sulaminen aiheuttaa luonnollisesti virtausta. Voimakas pintavalunta aiheuttaa rikastehiekan kulkeutumista kosteikkoaltaisiin ja veteen sitoutunut happi reagoi rikastehiekassa olevien mineraalien kanssa. Ennen vuotta 2009 rikastehiekka-alueita on peitetty osittain peittomateriaaleilla, joka vähentää rikastehiekan eroosiota ja hapettumista. Koko rikastehiekka-alueelle rakennettiin ympäristöluvan edellyttämä peittokerros, joka valmistui vuonna 2011.

3.2 Veden suotautuminen

Suuri osa sade- ja sulamisvedestä suotautuu rikastehiekka kerrokseen. Suotovedet valuvat hiljalleen rikastehiekka-altaan pohjakerroksista alempiin maastonkohtiin ja kosteikkoaltaisiin. Rikastehiekkaalaiden peitto auttaa kasvillisuuden muodostumista alueelle. Kasvillisuus haihduttaa kasvukerroksessa olevaa vettä ja siten vähentää veden suotautumista rikastehiekka kerrokseen.

3.3 Tulkinta pintavalunnan ja suotautumisen suunnista

Kuvassa 2 punaiset nuolet osoittavat pintavalunnan suunnan ja kohdat joissa on pinnanmuotojen mukainen valuntareitti. Vihreät kolmiot osoittavat oletetun veden suotautumissuunnan rikastehiekassa. Arviointi on tehty maastohavaintojen perusteella rikastehiekkalueen reunoita, joissa on luonnollinen kallio tai alkuperäinen maastonkorkeus näkyvissä. Outokumpu Mining Oy:ltä on ympäristöluvassa edellytetty esitettäväksi muun muassa selvitys kaivosalueen hydrologiasta lupamääräysten tarkastamishakemukseen 31.12.2013 mennessä. Outokumpu teettää selvityksiä kesän 2013 aikana ja asiaa tullaan käsittelemään ympäristöluvan tarkastamishakemuksen yhteydessä.



Kuva 2. Kotalahden kaivosalue. Rikastehiekka-alue on rajattu kuvaan punaisella viivalla.

Kuva. Maanmittauslaitos. Avoin data.

3.4 Kaivoksen ylivuotovedet

Kaivoksen sulkemisen jälkeen kaivoksen on annettu täyttyä vedellä sortumisvaaran ehkäisemiseksi. Kotalahden kaivoksen erityispiirre on kaivoksesta purkautuva ylivuotovesi. Tarkalleen ei osata sanoa, miltä alueelta vesi purkautuu, mutta oletettavasti se on ns. Mertakosken kosteikon pohjasta. Kosteikon alla on Mertakosken malmio ja vinotunneli kaivoskuiluihin.

On todennäköistä, että kosteikon ja malmion välinen kiviaines on halkeillutta ja vesi virtaa laajalta alueelta ylös kosteikkoon. Osa ylös purkautuvasta vedestä on pohjavettä, mutta kaivoskuiluihin vuotaa vesiä kalliohalkeamista myös Kuopio- Varkaus (tie numero 5) tien länsipuolelta ylempänä olevista vesistöistä. On myös oletettavaa, että rikastehiekka-alueelta suotautuvat vedet osaltaan valuvat vehkan avolouhokseen ja siten lisäävät veden pinnan nousua kaivoksessa. Vuonna 2009 – 2010 tehtyjen vesipintojen kokeusmittausten perusteella kaivoskuilun ja mertakosken malmion vesipintojen ero on hyvin säännöllisesti 0,2 m, vaikka altaiden vesipinnat vaihtelisivatkin.

3.5 Ulkopuoliset pintavedet

Kaivoksen sulkemisen jälkeen rikastehiekka-alueen vesiin pääsi sekoittumaan myös ulkopuolisia ns. puhtaita vesiä. Tämä lisäsi kaivosalueen läpivirtaavan veden kokonaismäärää ja mahdollisesti myös Oravilahteen virranneiden haitallisten aineiden määrää. Ulkopuolisille vesille on rakennettu oma putkilinja vuosina 2005–2006, jolla vedet johdetaan kosteikkoaltaiden ohi Oravijokeen. Vuonna 2011 rakennettiin konepajan alueen ympäristön vesien tulvatilanteen parantamiseksi oja K-altaan vesien johtamiseksi Oravijokeen. Aikaisemmin vedet purkautuivat putkistoa pitkin.

4 KOTALAHDEN KAIVOSALUEEN YMPÄRISTÖKUORMITUS KAIVOSTOIMINNAN PÄÄTYYTTYÄ

Toiminnan päätyttyä kaivosalueelle jäävistä rakenteista kuten jätealueet ja louhostilat, aiheutuvia päästöjä ilmaan ja vesiin vähennetään jälkihoitotoimilla, esimerkiksi jätealueen peittämisellä ja vesien käsittelyllä. Jälkihoitotoimenpiteiden ensisijaisena tavoitteena tulee olla päästöjen muodostumisen estäminen, ja toissijaisena päästöistä aiheutuvan kuormituksen vähentäminen. Tehokkain keino toiminnan jälkeisten päästöjen vähentämiseksi on huomioida sulkemistoimenpiteet jo kaivoksen suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa, esimerkiksi jätealueiden ja louhinnan suunnittelussa. (Suomen ympäristökeskus. Metallimalmikaivostoiminnan parhaat ympäristökäytännöt SUOMEN YMPÄRISTÖ 29/2011)

1950-luvulla perustetuissa kaivoksissa jätealueiden suunnittelu ja tietämys ympäristönvaikutusten osalta on ollut puutteellista. Sivukivi ja rikastehiekka-alueelle ei ole tehty tiiviitä pohjarakenteita ja siten valumavesien virtauksia ja ohjailua on vaikea hallita.

4.1 Kotalahden kaivokselle myönnetyt ympäristöluvut

Ympäristönsuojelulain mukaan toiminnanharjoittaja vastaa toiminnan päätyttyä lupamääräysten mukaisesti ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi tarvittavista toimista, toiminnan vaikutusten selvittämisestä ja tarkkailusta lupapäätöksessä määrätyn ajan (YSL 90§). Kotalahden kaivokselle on myönnetty seuraavat lupapäätökset:

- Itä-Suomen vesioikeus on 24.4.1980 antamallaan päätöksellä nro 4/Ym III /80 myöntänyt Outokumpu Oy:lle luvan Kotalahden kaivoksen ja rikastamon jätevesien johtamiseen Oravilahteen.
- Itä-Suomen vesioikeus on 11.6.1987 antamallaan päätöksellä nro 33/VaI/87 jatkanut edellä mainitun päätöksen voimassaoloa vuoden 1991 loppuun.
- Itä-Suomen vesioikeus on 27.8.1992 antamallaan päätöksellä nro 71/92/2 määrännyt Outokumpu Finnmines Oy:n jatkamaan Kotalahden kaivoksen jätevesien jälkitarkkailua.
- Itä-Suomen vesioikeus on 30.9.1996 antamallaan päätöksellä nro 61/96/2 tilapäisen luvan ylittää Kotalahden kaivoksen jälkitarkkailussa vesioikeuden päätöksissä nro:t 33/Va I/87 ja 71/92/2 määrätty päästörajat vuosina 1996- 1998
- Itä-Suomen aluehallintovirasto on 30.8.2011 antamallaan päätöksellä nro 78/2011/1, tarkistanut Kotalahden vanhan kaivoksen kunnostamis- ja päästöjen ehkäisemistoimenpiteisiin 28.11.2007 myönnetyn toistaiseksi voimassa olevan ympäristöluvan nro 131/07/2

- Pohjois-Savon ympäristökeskus on velvoittanut 9.8.2005 antamalla päätöksellään (Dnro PSA-2001-Y-927-113) Outokumpu Mining Oy:n hakemaan jätevesien johtamiselle ja kaivosalueen kunnostustoimille ympäristönsuojelulain mukaista lupaa.
- Itä-Suomen ympäristölupavirasto on 28.11.2007 antamallaan päätöksellä (131/02/2) myöntänyt Outokumpu Mining Oy:lle ympäristöluvan toimintansa lopettaneen Kotalahden vanhan kaivoksen kunnostamis- ja päästöjen ehkäisytoimenpiteisiin. Samassa päätöksessä ympäristölupavirasto on myöntänyt Outokumpu Mining Oy:lle luvan Oravilahden syvänteeseen sijoitettavan purkuputken rakentamiseen.
- Vaasan hallinto-oikeus on 19.3.2009 antamallaan päätöksellä (09/0104/1) muuttanut Itä-Suomen ympäristölupaviraston antamaa päätöstä. Pohjois-Savon ympäristökeskus on vienyt asian korkeimman hallinto-oikeuden käsittelyyn vaatimalla vakuuden asettamista läjitysalueen jälkihoitotoimenpiteiden suorittamiselle. Muilta osin Vaasan hallinto-oikeuden muuttama ympäristölupa on lainvoimainen.
- Korkein hallinto-oikeus on 11.11.2010 antamallaan päätöksellään (1295/1/09) hylännyt Pohjois-Savon ympäristökeskuksen tekemän valituksen Vaasan hallinto-oikeuden päätöksestä.

Taulukko 1. Lupapäätösten mukaiset rajat Oravilahteen johdettavalle vedelle

vuosi	Lupapäätös Nro:	rauta mg/l	nikkeli mg/l	kiintoaine mg/l	pH
1980	4/Ym III/80	3,0	1,0	10,0	6-9
1987	33/Val/87	3,0	1,0	10,0	6-9
1992	71/92/2	3,0	1,0	10,0	6-9
1996 - 1998	61/96/2	3,0 ylitys sallittu	1,0 ylitys sallittu	10,0 ylitys sallittu	6-9
2007	ISY-2006-Y-19	10,0	1,2	20,0	6-9
2009	ISY-2006-Y-19	2,0	1,0	10,0	6-9
2011	ISAVI 78/2011/1	2,0	1,0	10,0	6-9

4.2 Ympäristöluvan tarkkailu ja raportointi

Ympäristöluvan ehtojen täyttymistä tarkkaillaan vesinäytteillä ja kaisvosalueella tehdyt toimenpiteet kirjataan ja raportoidaan Ympäristöviranomaiselle. Raportin on sisällettävä alueen peittoon käytettyjen materiaalien määrä ja ominaisuustiedot, kuvaus tehdyistä ojituksista, valumavesien puhdistamon huoltotoimenpiteet ja poistetun sepelin sijaintialue sekä avolouhokseen lisätyn bakteeriympin määrä ja laatu.

4.2.1 Kaivosvesien tarkkailu

Kaivosvesillä tarkoitetaan suljetusta maanalaisesta kaivoksesta maanpinnalle nousevia, lähinnä mertakosken kosteikkoon tulevia vesiä. Kaivosvesiä tarkkaillaan kerran vuodessa otettavilla näytteillä. Näytteet on otettava Vehkan ja Ollin kuilusta sekä kaivoksen ylivuotovedestä. Kuilujen näytteet otetaan neljältä eri syvyydeltä (10, 30, 70 ja 100 metriä)

Näytteistä määritetään:

- lämpötila
- pH-arvo
- happi (mg/l ja %)
- sulfaatti
- rauta
- nikkeli
- kupari
- Kok. N
- Kok.P
- Kok. kolibakteerit

(Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy E 3021.12 Kotalahden kaivosalueen vesien ja purkuvesistön tarkkailuohjelma)

4.2.2 Oravilahteen johdettavat vedet

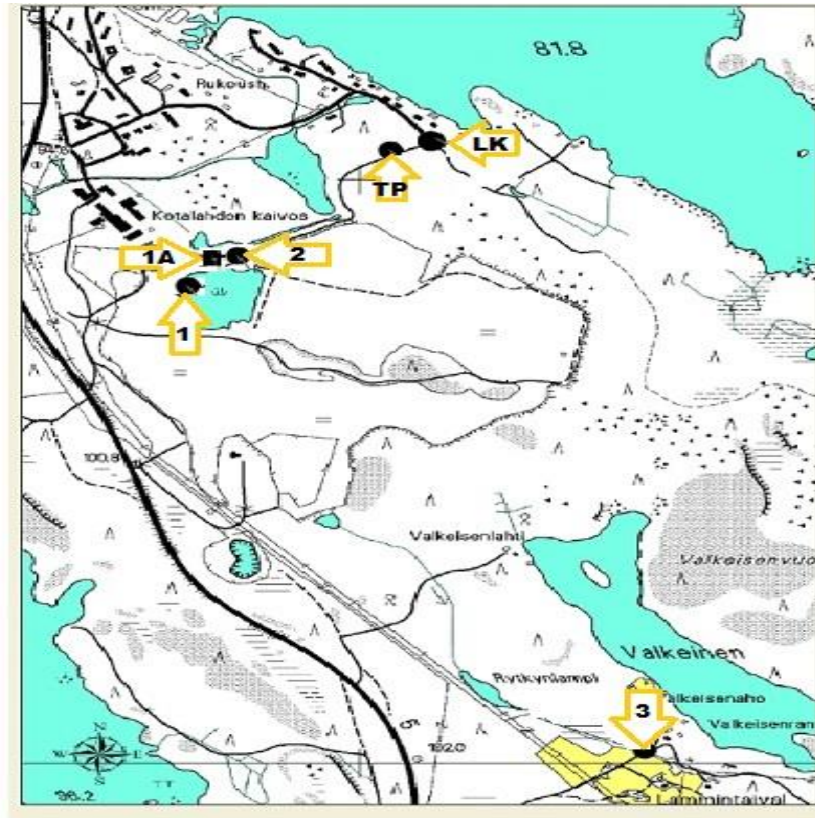
Oravilahteen johdettaviin vesiin kuuluu kaikki kaisvosalueelta kerääntyvät valumavedet sekä myös kaivoksen ulkopuoliset valumavedet, jotka kulkevat alueen kautta. Oravilahteen johdettavista vesistä otetaan neljä kertaa vuodessa, maaliskuussa, toukokuussa, elokuussa ja lokakuussa edustavat näytteet. Kaivosalueen eteläpuolisia vesiä tarkkaillaan Rytkynlamasta lähtevästä ojasta elokuun näytteenoton yhteydessä.

Näytteenoton yhteydessä mitataan virtaama ja lämpötila. Näytteistä analysoidaan

- happamuus
- sähkönjohtavuus
- kiintoaine-
- sulfaatti-

- rauta-
- mangaani-
- nikkeli-
- kuparipitoisuus.

Neljän ensimmäisen näytteenoton yhteydessä on lisäksi analysoitava kadmiumin liijyn ja elohopean pitoisuudet. Kaivosalueen eteläpuolisia vesiä tarkkaillaan Ryt kynlamme sta lähtevästä ojasta elokuun näytteenoton yhteydessä.



Kuva 3. Vesinäytteiden havaintopaikat

Kuva. Savo-Karjalan vesi ja ympäristötutkimus Oy 2009,4

Vesinäytteiden havaintopaikat ovat seuraavat :

- Puhdistamon tulokaivo (TP- asema)
- Puhdistamon lähtökaivo (LK- asema)
- C-allas, kosteikkoon tuleva vesi (1)
- E-allas, välialtaan alapuolinen rumpu (1A)
- C-allas, kostekosta poistuva vesi (2)
- Ryt kynlamme sta lähtevä oja,(asema 3

4.2.3 Vaikutustarkkailu

Vaikutustarkkailulla seurataan muutoksia vesistön olosuhteissa pidemmällä aikavälillä. Vaikutustarkkailu suoritetaan ympäristökeskuksen 22.3.2006 hyväksymän Koirusveden, Oravilahden ja Arkkuselän yleistarkkailuohjelman (A2425) mukaisesti.

Oravilahden yhteistarkkailuun kuuluvat seuraavat tarkkailuvelvolliset:

- Outokumpu Mining Oy, Kotalahden kaivos
- Oravikosken taajama
- Järvi-Suomen Uittoyhdistys ry
- Vulcan Kotalahti Oy, Särkiniemen suljettu kaivos

Vesinäytteet otetaan seuraavilta havaintoasemilta:

Havaintoaseman nimi	syvyys (m)	koordinaatit
Oravilahti, Kaivantolahti 1 353157	13 m	694311-
Oravilahti, Kalmonsaaren edusta 2 353190	17 m	694287-
Oravilahti 8, purkuojan edusta 353216	11 m	694230-
Oravilahti III2 353254	25 m	694241-
Arkkuselkä III3 353478	25 m	694147-
Arkkuselkä III4 353552	19 m	694102-
Arkkuselkä III1 3534090	12 m	6942147-

Näytteenottoajankohdat ovat maalís-huhtikuu sekä elokuu.

Näytteet asemilta Arkkuselkä III3 ja III4 otetaan syvyyksiltä 1 m, 10 m ja pohja-1 metriä.

Muilla asemilla näytteet otetaan syvyyksistä 1 metri ja pohja -1 metriä. Näytteet analysoidaan taulukon 2 mukaisesti. Lisäksi kahdella ensimmäisellä havaintokerralla näytteistä analysoidaan kadmiumin, lyijyn ja elohopean pitoisuudet. (Koirusveden Oravilahden ja Arkkuselän yhteistarkkailuohjelma, Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy. 2009. 4)

Taulukko 2. Näytteiden analyysit

määrittäminen	Kaivan- to-lahti1	Kalmon- saaren ed	Oravi- lahti8	Oravi- lahti III2	Arkku- sel- käIII3	Arkku- sel- käIII4	Arkku- selkä III1
happi	x	x	x	x	x	x	x
pH	x	x	x	x	x	x	x
sjk	x	x	x	x	x	x	x
väri	x	x	x	x	x	x	x
COD Mn	x	x	x	x	x 1m	x 1m	x 1m
konais N	x	x	x	x	x	x	x
NH4N	x	x		x			
kokonais P	x	x	x	x	x	x	x
E.coli(1m)	x	x					
Entero- kokit (1m)	x	x					
Kiintoaine	x pinta -1m	x pinta -1m	x pinta -1m	x pinta -1m			
rauta		x	x	x	x	x	x
nikkeli		x	x	x	x	x	x
liukoinen- nikkeli		x	x	x	x	x	x
kupari		x	x	x	x	x	x
mangaani		x	x	x	x	x	x
sulfaatti		x	x	x	x	x	x
kok. kovuus		x	x	x	x	x	x
chl-a (0-2 m)	x	x	x	x	x	x	x

4.2.4 Raportointi

Raportointi tarkkailutiedoista toimitetaan Pohjois-Savon ELY- keskukselle ja Leppävirran ympäristönsuojeluviranomaiselle vuosittain helmikuun loppuun mennessä. Raporttiin sisältyy yhteenveto tarkkailutiedoista sekä kuvaus näytteenotto-, analyysi-, ja laskentamenetelmistä.

4.2.5 Muu tarkkailu ja seuranta

Ympäristöluvan tarkkailuvaatimusten lisäksi on Kotalahden kaivosalueella tehty lisäksi ylimääräistä vesien tarkkailua jälkihoitotoimenpiteiden aikana. Kotalahden kaivosalueella aloitettiin vesistöön kohdistuvien päästöjen vähentämiseen liittyvä koetoiminta vuonna 2010. Kotalahden kaivosalueen vesien hallintaan liittyvä koejärjestely on hyväksytty Pohjois-Savon ELY-keskuksen päätöksellä POSELY/39/07.00/2010. Koetoimintaa on jatkettu pienin muutoksin yhdessä Pohjois-Savon ELY-keskuksen yhteysviranomaisen kanssa. Koetoiminnan aikaisia pitoisuuksia on raportoitu vuosittain ELY-keskukselle.

Koetoiminnan tarkoituksena on johtaa kaivosalueen suotovesiä puhtaammat kaivoksen kuiluvedet (ylivuotovedet) ja ulkopuoliset ympäristön vedet ns. allaspuhdistamon ohitse lupapäätöksen nro 78/2011/1 määräyksen 1 mukaisesti. Puhtaammat vedet ohjataan Oravijokeen, kun taas haitta-ainepitoiset kaivosalueen vedet virtaavat allaspuhdistamolle ja sitä kautta Oravilahteen. Koetoiminnalla on vähennetty virtaavien vesien määrää allaspuhdistamolle ja tehostettu siten allaspuhdistamon raudan pidätyskykyä, sen kapasiteetille sopivammaksi. Jos asetetut pitoisuusrajat alittuvat pysyvästi kolmen peräkkäisen vuoden ajan, tarkkailusta voidaan luopua ja pitoisuusrajojen alittuminen on varmistettava vesistöön johdettavasta vedestä kerran vuodessa. Pohjois-Savon ELY-keskus voi perustellusta syystä muuttaa tarkkailuohjelmaa tai lopettaa sen, jos päästöjä ei synny.

4.3 Tarkkailuohjelman mukaisia tuloksia vuosilta 2005–2012

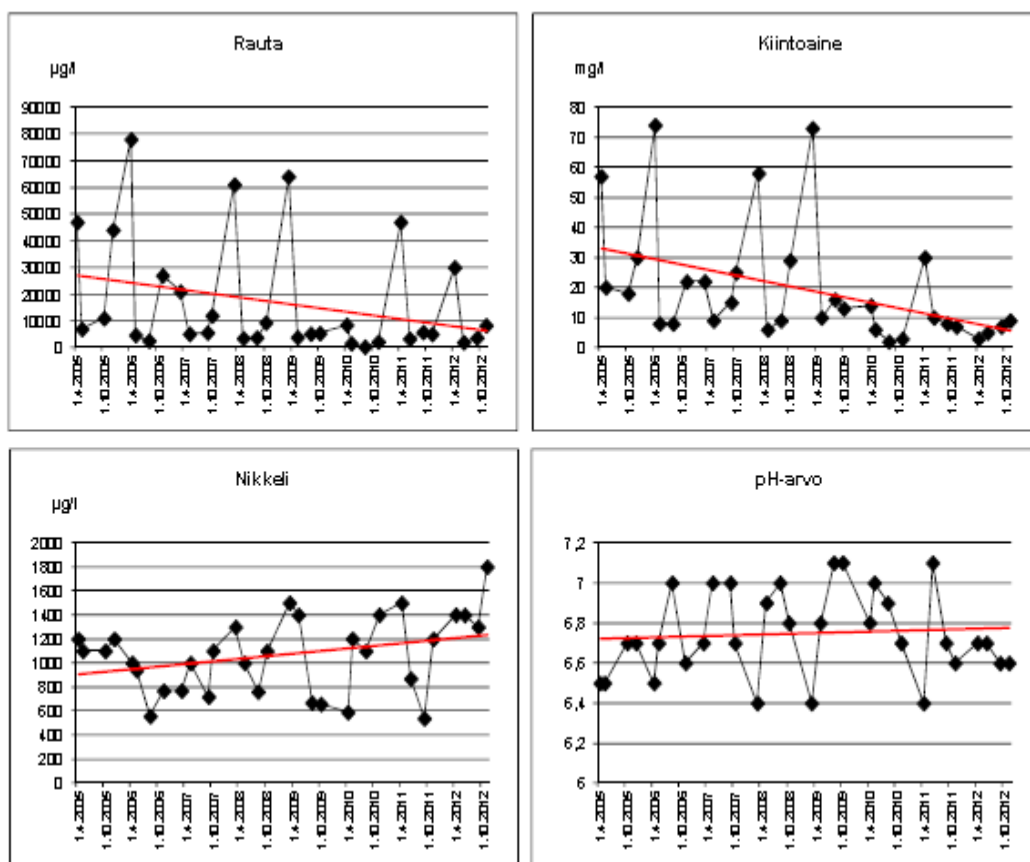
Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy toteutti Koirusveden yhteistarkkailun veloitettarkkailuvuonna 2012. Tarkkailuohjelman mukaisesti näytteitä otettiin maaliskuussa ja syyskuussa. Veden laatu oli tarkkailuvuonna edellisvuosien kaltaista. Selvimmät kuormitusvaikutukset näkyivät osassa syvänteitä hapen loppumisena, ainepitoisuuksien huomattavan nousuna sekä siitä seuraten korkeina elektrolyyttipitoisuuksina. Erityisesti Arkkuselän aseman III3 alusvedessä havaittiin poikkeuksellisen huonolaatuista vettä: metalli- ja sulfaattipitoisuudet olivat korkeita sekä pH-arvot matalia. Samoin Oravilahden aseman 3 alusvedessä oli vuonna 2012 korkeita pitoisuuksia. Kaivosvesien kuormitusvaikutus näkyi syvänteiden metallipitoisuuksien kasvuna. Lähinnä liukoisena esiintyvän nikkelin pitoisuudet ylittivät paikoin Oravilahdessa ja Arkkuselässä riskinarvioinnissa herkimmille vesieliöille arvioitun haitattoman tason. Päällysvedessä nikkelpitoisuudet ovat olleet alle vesieliöille arvioitua haitatonta tasoa ja alle ympäristölaatunormitason (20 µg/l).

Oravikosken taajaman puhdistamon jätevesien ja uittotoiminnan vaikutus rajoittuu Kaintolahdessa kasvaneeseen hapenkultukseen alusvedessä ja sähkönjohtavuuden nousuun. Veden hygieeninen laatu säilyi hyvänä. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy, Koirusveden yleistarkkailuohjelman vuosiyhteenveto 2012,)

4.4 Kotalahden kaivoksen velvoitetarkkailu

Kaivoksen valumavesistä on otettu tarkkailuohjelman mukaiset näytteet. Vuosien 2009-2012 välisenä aikana valumavesien puhdistamisen tehostamiseksi tehtyjen koetoimenpiteiden aikana on veden laatua ja virtaamia seurattu tehostetusti.

Pidemmän aikavälin tarkastelussa havaitaan lupasuureiden vaihtelun olevan suurta yksittäisillä havaintokerroilla (kuva 4). Esimerkiksi raudan osalta pitoisuuspiikit ajoittuvat usein talviaikaan, jolloin raudan esiintymiseen vaikuttavat fysikaaliskemialliset ja biologiset prosessit ovat hitaita. Vaikka raudan pitoisuudet näyttäisivät vuosien 2005-2012 tarkastelujaksolla olevan laskusuuntaisia, niin nykyinen lupaehtotaso ei ole alittunut kuin muutamalla havaintokerralla. Nikkelin vuoden 2012 maksimipitoisuus oli myös suurin vuosien 2005- 2012 havaintojaksolla (kuva 4), myös vuoden keskiarvopitoisuus oli aiempaa suurempi. Kiintoaineen osalta näyttäisi olevan laskeva suuntaus (kuva 5). Veden pH-arvot ovat olleet lupaehtojen mukaisia kaikilla havaintokerroilla vuosina 2005- 2012. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy. Kotalahden kaivosalueen vesitarkkailuraportti 2012, Tuomas Puranen)



Kuva 4 Puhdistamon lähtökaivon (LK- asema) lupasuureiden vaihtelu vuosina 2005-2012. (Savo- Karjalan Ympäristötutkimus Oy. Kotalahden kaivosalueen vesitarkkailuraportti 2012, Tuomas Puranen)

Vesienohjausjärjestelyllä on saatu aikaan positiivisia tuloksia Kotalahden kuormituksessa, mutta toisaalta puhtaiden vesien ohjaaminen tarkkailupisteen ohi on aiheuttanut kokonaispitoisuuksien nousua tarkkailupisteellä, kun puhtaat vedet eivät laimenna pitoisuuksia. Tutkimustuloksia ja niiden tulkintaa tullaan käsittelemään yksityiskohtaisemmin vuoden 2013 aikana tehtävässä ympäristölupa muutoshakemuksessa Outokumpu Mining Oy:n toimesta.

5 TEHDYT TOIMENPITEET PÄÄSTÖJEN EHKÄISEMISEKSI

5.1 Vesien kosteikkokäsittely

Vesien kosteikkokäsittelyllä erotetaan kosteikkoon ohjattavasta vedestä kiintoainesta ja ravinteita. Se soveltuu myös metallien kuten raudan ja nikkelin saostamiseen. Kosteikon toiminta perustuu veden hitaaseen virtaukseen, jolloin kiintoaines laskeutuu vesialtaan pohjalle. Kosteikkoon muodostunut tiheä kasvillisuus sitoo veden ravinteita. Veden hapettaminen lisää raudan saostumista altaassa.

Kotalahden maanalainen kaivos ja avolouhososat on täytetty vedellä hapettumisen vähentämiseksi ja sortumien ehkäisemiseksi. Kaivoksen kokonaisvesitilavuus on noin 3 miljoonaa m³. Toiminnan päättymisen jälkeen on kaivokseen virrannut ympäristön vettä todennäköisesti pääasiassa lännen suunnassa (5-tien takana) sijaitsevista järvistä. Kaivoksen vedet purkautuvat ylivuotona Mertakosken malmion yläpuolisen kallioperän ruhjeiden kautta Mertakosken altaaseen, joka on n. 2 ha:n suuruinen kasvittunut kosteikkoallas.

Valtaosa rikastushiekka-altaan suotovesistä suotautuu rikastushiekka-alueen luoteisnurkassa sijaitsevaan 5 ha:n suuruiseen C-altaaseen, joka on toiminut kosteikkona rikastushiekka-alueelta tuleville pinta- ja suotovesille kaivoksen perustamisesta lähtien. C-altaasta suotovedet ohjautuvat suotautumalla tai rakennetuilla putkiyhteyksillä Välialtaaseen tai E-altaaseen (päävesireittiin). Rikastushiekka-alueen pohjoispäädyn (J-läjitysaltaan) vähäinen määrä suotovesiä johdetaan keräysojien kautta rikastushiekka-alueen pohjoispäässä olevaan G-altaaseen. Suotovesien keräysojat on verhoiltu kalkkikivimurskeella. Altaassa olevan kalkkikivipadon läpi vedet ohjautuvat allaspuhdistamolle menevään purkuputkeen. Kalkkikivipadoilla on myös pH:ta kohottava vaikutus.

J- rikastushiekka-altaan padon läpi suotautuu happamia (pH 2,9- 5,1) vettä. Vedet kerätään ns. G-altaaseen, joka sijaitsee J- altaan koilliskulmassa. Keräysojassa on kalkkikiviturve suodatin joka parantaa suotoveden laatua. G-altaasta vedet valuvat kalkkikivipadon läpi puhdistamolle johtavaan putkilinjaan. Veden määrä on vähäinen, mutta vesinäytteiden mukaan puhdistamolle menevän veden nikkelpitoisuus lisääntyy E-altaan ja puhdistamon tulokaivon välillä.

Edellä mainittujen reittien lisäksi rikastushiekka-alueen eteläpäässä suotautuu vähäinen määrä vettä lähinnä keväällä sulamisaikaan. Padon alareunaan on rakennettu tukipenger moreenista. Padon alla sijainnut lammikko on muutettu kosteikoksi, jonka pinta-ala on noin 2 500 m². Vedet valuvat kosteikossa kasvillisuuden läpi. Ennen kaivostoimintaa tämän alueen vedet ovat valuneet pohjoiseen Vehkalampeen. Nykyisin pato estää vesien valumisen pohjoiseen ja vedet virtaavat kaakkoon kohti Rytlynlampea

5.2 Valumavesien puhdistamo ja sen huolto

Oravilahteen laskettaville vesille on rakennettu puhdistamo kaivosalueen koillspuolelle vuonna 2001 (kuva7). E-altaasta vedet ohjautuvat sen pohjoispuolelta lähtevää purkuojaa ja siitä lähtevää maanalaista putkea pitkin lähellä Oravilahden rantaa sijaitsevaan puhdistamoon. Puhdistamon jälkeen vedet kulkevat maanalaista putkea pitkin ja purkautuvat Oravilahden rantaan. Puhdistamon mitoituksessa on läpivirtauksen olevan huomattavasti pienempi, kuin mitä se todellisuudessa on. Puhdistamon toiminnassa on ollut ongelmia, johtuen lähinnä puhdistamolle tulevan veden liian suuresta määrästä. Puhdistamolle tuleva vesimäärä vaihtelee voimakkaasti eri vuodenaikojen ja sademäärän mukaan. Varsinkin keväällä lumien sulamisen aikaan puhdistamo tulvii voimakkaasti.

Puhdistamolle ohjataan kaivostilojen ja C-altaan suotovesien lisäksi kaivosalueen ympäristön rikastushiekka-alueilta suotautuvia vesiä. Puhdistamolle tulevan veden määrää on pyritty pienentämään rakentamalla vuosina 2005–2006 putkilinja, ohjaamaan kaivosalueelle tulevat ulkopuoliset vedet kosteikkoaltaiden välistä K-altaaseen ja sieltä edelleen putkeapitkin Oravijokeen.

Puhdistamo on noin 100 metrin pituinen ja 10 metriä leveä. Vesi tulee puhdistamoon jakoputken levittämänä (kuva6). Ensimmäinen osa on n. 20 metrin pituinen kuivasuodatin, jossa on noin 25 cm paksu kalsiittimurskekerros. Puhdistamolle tuleva vesi jaettiin sepeli kerrokseen pituussuuntaisella putkistolla, joka oli reitetty valunnan levittämiseksi, samalla sepelin päälle valuva vesi hapettuu. Kalsiittimurskeella on myös pH:ta kohottava vaikutus. Veden hapettuminen saa aikaan raudansaostumisen puhdistamossa. Rautasakkaa kertyy runsaasti puhdistamon kuivasuodattimeen joten kivikerrosta joudutaan vaihtamaan varsin usein. Kesäaikana puhdistamon toiminta on tehokainta, koska veden viipymä puhdistamossa on pidempi ja virtaus hiljaista. Keväällä, kun veden virtaus on suurimmillaan se irroittaa saostunutta rautasakkaa kuivapuhdistimesta.

Kuivapuhdistimen jälkeen puhdistamossa on hidassuodatusallas. Allas on kaksiosainen jonka ensimmäisessä osassa on lamellit, joiden tarkoituksena on estää veden vapaa virtaus. Lamelleissa on vuoroin ylä ja alareunassa aukot, joiden kautta vesi pääsee virtaamaan edelleen. Lamelleilla pyritään erottamaan kiintoainesta virtaavasta vedestä. Hidassuodattimen toisessa osassa on n. 200 m²:n suuruinen allas jossa kiintoaine laskeutuu altaan pohjalle veden hitaan virtauksen ansiosta. Laskeutusallas tyhjennettiin vuonna 2008 puhdistamon sepelien vaihdon yhteydessä, mutta altaaseen ei ollut kertynyt kovin paljoa rautasakkaa, joten voidaan olettaa, että veden virtaus on liian kova kiintoaineksen tehokasta erottumista varten.

Hidassuodatusaltaan jälkeen on turvesuodinallas, jossa vesi virtaa sepelikerroksen läpi. Sepelikerros tukkeutuu rautasakasta varsin nopeasti ja kivet on vaihdettava lähes vuosittain. Vuonna 2010 puhdistamon sepelin vaihdon yhteydessä vaihdettiin ratasepelin tilalle kalsiittimurske ja puhdistamolle tulevalle vedelle rakennettiin jakoputkisto (kuva 6) joka jakaa veden tasaisesti murskekerrokseen. Laskeutusaltaan jälkeen rakennettiin toinen samanlainen jakoputkisto, joilla saatiin myös veden hapettuminen tehokkaammaksi.

Ennen puhdistamoa ja puhdistamon jälkeen on mittakaivot(nimellä TP ja LK), joissa on V-mittapadot virtaamamittauksia varten. Kaivoista otetaan myös vesinäytteet, joilla tarkkaillaan läpivirtaavan veden laatua ja puhdistamon toimintaa. Kaivosalueelta puhdistamolle virtaavan veden määrää on tarkkailtu säännöllisesti. Tarkkailua on suoritettu tehostetusti vuosien 2009–2010 koetoimintojen aikana.

(Mittaustuloksia taulukko 3)

Taulukko 3 Puhdistamolle tulevien vesien virtaamat 2005- 2009 (Groundia Oy 2010, 5)

Ajankohta	m ³ /d	näytekerroja
2005 vuoden ka.	1472	3
2006 vuoden ka.	914	3
2007 vuoden ka.	1011	3
2008 vuoden ka.	994	-
2009 heinäkuu	172	8
2009 elokuu	249	10

Vuonna 2010 tehtiin myös valumavesien virtauksessa järjestelyjä joilla saatiin puhdistamon kuormitusta pienennettyä ja siten puhdistustehoa lisää. Vuonna 2010 tehtyjen puhdistamon muutostöiden jälkeen puhdistamolta lähtevän kiintoaine-, rauta- ja nikkelipitoisuuksien vaihtelu on tasaantunut. Rautapitoisuus alitti luparajan touko- ja elokuun näytteenotto-kerroilla. Puhdistamolle tulevan vesimäärän vähentäminen on parantanut puhdistamon toimintaa. Toisaalta veden pH ei pääse nousemaan puhdistamalla niin korkeaksi, että nikkelin saostumista tapahtuisi. (Groundia Oy. 2010. Koetoimintaraaportti.)



Kuva 6 Puhdistamoon tulevan veden jakoputken asennus

kuva Timo Järvinen 2010



Kuva 7 Kotalahden kaivoksen valumavesien puhdistamo. Lähimpänä märkäsuodin eli entinen laskeutusallas. kuva.Timo Järvinen 2010

Taulukko 4. Puhdistamon vesnäyteanalyysit (Groundia Oy 2010)

Puhdistamon tulokaivo TP					
	pH	Fe (mg/l)	Ni (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	kiintoaine (mg/l)
toukokuu '08	6.8	6.8	1.2	1700	7
elokuu '08	6.9	5.2	0.83	1300	14
maaliskuu '09	6.5	73	1.6		
toukokuu '09	6.6	14	1.3		
elokuu '09	6.9	8.2	0.68		
lokakuu '09	6.8	7.6	0.71		
huhtikuu '10	6.7	18	0.75	800	22
elokuu '10	6.2	24	1.65	2800	14.5

Puhdistamon lähtökaivo LK					
	pH	Fe (mg/l)	Ni (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	kiintoaine (mg/l)
toukokuu '08	6.9	3.5	1	1600	6
elokuu '08	7	3.8	0.76	1300	9
maaliskuu '09	6.4	64	1.5	1800	73
toukokuu '09	6.8	3.9	1.4	1300	10
elokuu '09	7.1	5.2	0.67	1200	16
lokakuu '09	7.1	5.4	0.66	1900	13
huhtikuu '10	6.8	8.5	0.59	780	14
elokuu '10		0.35	1.05	2500	2.5

5.3 Rikastehiekka-alueen peitto

Kotalahden kaivoksesta on louhittu malmia 1959–1987 välisenä aikana yhteensä 12,4 miljoonaa tonnia. Malmin päämineraalit olivat magneettikiisu, pentlandiitti, ja kuparikii-
su sekä Jussin malmiossa pyriitti. Magneettikiisu sisälsi jonkin verran nikkeliä. Arvomi-
neraalit on erotettu vaahdottamalla. Rikastushiekka on pumpattu lietteenä eri varas-
toimisalueille kaivoksen kaakkoispuolelle. Vesi on johdettu selkeytysaltaiden kautta pu-
kuojaan ja sieltä Oravilahteen. Rikastushiekka koostuu pääasiassa Magnesium- valtai-
sista silikaateista, mutta Jussin malmiosta hiekkaan on tullut myös mustaliusketta ja
karbonaatteja.

Hiekka sisältää:

- Rautaa n. 6,8 %
- rikkiä 0,9 %
- nikkeliä 650 mg/kg
- kuparia 340 mg/kg

Tuotanto loppui 1987. Kaikki sivukivet ja karkea osa rikastehiekasta on käytetty kaivoksen täyttöihin. Avolouhoksista ainoastaan Huhtijärveä ole täytetty.(Itä- Suomen ympäristölupaviraston päätös nro 131/07/2,2007,)

Rikastushiekka-alue on noin 70 ha:n suuruinen ja se on perustettu entiseen Vehkalampeen sekä sen itä ja eteläpuolisille alueille. Alue koostuu kuudesta eri-ikäisestä ja korkeudesta välipatojen rajaamasta osa-altaasta. Pääosin rikastehiekasta tehdyt padot ovat suotavia. Altaat on täytetty määräkorkeuteen rikastushiekalla, jonka kokonaismäärä on noin 9 miljoonaa tonnia. Altaiden pinta on muotoiltu siten, että sade ja sulamisvedet valuvat pääasiassa C-kosteikkoaltaaseen. Rikastehiekka-alue kuivattiin kesällä 1987 kaivamalla avo-ojat pintavesien johtamiseksi.

Vuonna 2008 on aloitettu Savon-Sellun prosessivesien puhdistamolietteen ajo rikastehiekka-alueelle EkokemOy:n toimesta. Peittomateriaalin kokonaismäärä oli 30 000 m³ ja sitä levitettiin 2009–2011 välisenä aikana ja koko rikastushiekka-alue saatiin peitettyä suunnitelman mukaisesti.

5.4 Rikastehiekka-alueen haittojen ehkäisy

Rikastehiekka-alueelle on istutettu puustoa ja varsinkin koivua on muodotunut luontaisesti. Puustoa ei ole muodostunut kaikkialle, koska rikastehiekka on ollut paljaana näkyvissä ja humuspitoista kasvukerrosta ei ole ollut. Jyrkkiin luiskiin ei ole muodostunut kavillisuutta ja ne olivat alttiina valumavesien aiheuttamalle eroosiolle.

Rikastehiekassa olevat sulfidimineraalit ovat magneettikiisu, kuparikiisu ja pyriitti. Näistä varsinkin pyriitti hajoaa veteen liuenneena olevan hapen avulla ja aiheuttaa happanta valumaa. Rikastehiekka-alueen peitolla vähennetään myös veden hapettavaa vaikutusta. Puhdistamolietteen levitystä varten on puustoa harvennettu siten, että konekalustolla on voitu liikkua työskentelyalueella. Puusto on harvennettu metäkoneen energiakouralla ja kertynyt puuaines on kerätty kasoihin ajotien varteen. Kerätty puusto on haketettu alueelle jätettyjen kukuväylien katteeksi vuonna 2011. Sellaiset alueet joissa on ollut runsas elinvoimainen puusto ja rehevä aluskasvillisuus on jätetty käsittelemättä ja on keskitytty alueisiin, joissa rikastehiekka on ollut paljaana näkyvissä. (kuva 8) . Paljas rikastehiekkapinta aiheuttaa kuivana pölyhaittoja ympäristöön ja on altis hapettumiselle. Eroosio ja pölyhaitat ovat vähentyneet koska koko rikastehiekka-alue on saatu peitettyä.



Kuva 8. Rikastehiekka-altaan pato ennen puhdistamolietteen levitystä.

Kuva Timo Järvinen 2010



Kuva 9. Tilanne huhtikuussa 2013.

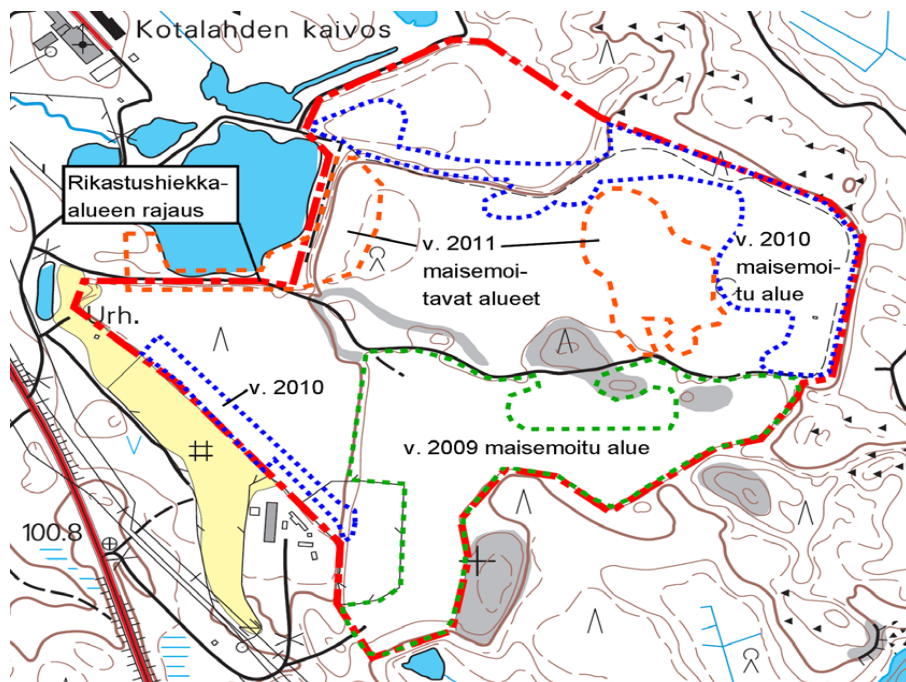
Kuva Timo Järvinen 2013

Paikoitellen rikastehiekan pintakerroksia on jouduttu muotoilemaan siten, etteivät sadedet jää rapakoiksi ja suotaudu näin rikastehiekkakerrokseen. Muutoin altaiden materiaalin kaivamista on vältetty, ettei rikastehiekkassa olevien mineraalien hapettuminen lisäännny. Syksyllä 2011 koko rikastehiekka-alueella olevat peittoa vaativat kohdat on saatu peitettyä. Peitetyille alueille on kylvetty heinänsiemenseos ja se on lähtenyt hyvin kasvuun. (kuva 10)



Kuva 10. A-altaan eteläpään, vuonna 2009 maisemoitu ja nurmetettu alue, kesäkuussa 2010. Kuva Timo Järvinen 2010

Rikastehiekka-altaan eteläpään luiskan muotoilusta voidaan nähdä, että lumien sulamisvesistä tuleva valumavesi ohjautuu luiskasta eteläpään kosteikkoon ja peittokerrokseen muodostunut kasvusto haihduttaa sadevesiä kasvukauden aikana. Rikastehiekka – alueelle tehdyn peittokerros luonnollisesti estää myös rikastehiekan pölyämisen ja haittumisen.



Kuva 11. Rikastehiekka-alueen maisemointi vuosina 2009-2011 (Outokumpu Mining Oy 2010,20)

Koekenttä, puhdistamolietteen kerrospaksuuden seurantaan.

Savonsellun puhdistamolietettä levitettiin Kotalahden kaivoksen rikastushiekka-alueelle n. 30 000 m³ vuosien 2009-2011 välisenä aikana. Peittokerroksen paksuuden ohjearvona pidettiin 10-20cm. Kerrospaksuus vaihtelee lähinnä maaston epätasaisuuksista johtuen. Kompostoidun puhdistamolietteen kosteus ja koostumus vaihtelevat huomattavasti toimituserittäin. Peittokerroksen lopullisen paksuuden seurantaan tehtiin näytekenttä reikastehikka-alueelle elokuussa 2010. Näytemateriaaleiksi otettiin kaksi kosteudeltaan ja koostumukseltaan toisistaan huomattavasti poikkeavaa erää (Kostetta ei mitattu mitauslaitteella). Koekentälle tasattiin n 500 m² alue. Alueelle lyötiin kahteen riviin puupaalut 5m. etäisyydelle toisistaan. Puupaaluihin merkittiin kerrospaksuudet 10 cm välein alkaen 20 cm-50 cm:iin. (kuva 12.) Puhdistamoliete-erät levitettiin koekentälle tasaiseksi kerrokseksi korkolapun yläpinnan tasalle.



Kuva 12. Kuvan vasemmassa reunassa näkyy täytetty koe-alue numero1. ja kone täyttämässä koealuetta numero 2. Paaluihin on merkitty kerrospaksuudet 20-, 30-, 40- ja 50 cm. Kuva Timo Järvinen, 2010



Kuva 13. Koekenttä huhtikuussa 2013. kuvasta näkyy, että peittokerrokseen on muodostunut elinvoimainen kasvipeite. Kuva Timo Järvinen, 2013

Peittokerroksen painumista tarkkailtiin vuonna 2011 ja viimeisin mittaustulos on huhtikuulta 2013. (Taulukko 5 ja 6)

Taulukko 5. Koekentän mittaustulokset. Kenttä 1. kostea puhdistamoliete, Kenttä 2. kuiva puhdistamoliete

kerroksen paksuus cm. 16.8.2010	kerroksen paksuus cm. 18.6.2011		kerroksen paksuus cm. 20.4.2013		kokonais painuma cm. 20.4.2013		painuman keskiarvo cm
	kenttä1	kenttä2	kenttä1	kenttä2	kenttä1.	kenttä 2.	
50	38	36	33	33	17	17	17
40	29	30	25	28	15	13	14
30	24	21	21	19	9	11	10
20	16	13	14	11	6	9	7,5

Taulukko 6 Painuma prosentteina

kerrospaksuus cm.	painuman keskiarvo cm kenttä1/kenttä2	painuma %
50	17	34
40	14	35
30	10	33
20	7,5	37

Koeen tuloksena voidaan todeta että puhdistamolietteen levityskerros on painunut keskimäärin 35 % kolmen vuoden kuluessa levittämisestä. Hyvän kasvualustan saavuttamiseksi tarvitaan vähintään 15 cm kerros puhdistamolietettä, joten levitysaikainen kerrospaksuus on oltava vähintään 23cm.

5.5 Sulfaatinpelkistyksen hyödyntäminen kaivosvesien käsittelyssä

Happamien kaivosvesien aiheuttamat haitalliset ympäristövaikutukset eivät lopu kaivostoiminnan päättyessä, vaan niiden ympäristöä kuormittava vaikutus saattaa kestää useiden vuosikymmenien ajan. Kemiallinen käsittely ei sovellu pitkäaikaiseen kaivosvesipäästöjen hallintaan säännöllisen ylläpito- ja huoltotarpeen vuoksi (Gazea et al. 1996). Tästä johtuen on pyritty kehittämään suhteellisen halpoja ja helposti ylläpidettäviä käsittelymenetelmiä, joissa hyödynnetään luonnossa tapahtuvia mikrobiologisia prosesseja (Riekkola-Vanhanen & Mustikkamäki 1997). Seuraavassa on esitelty sulfaatinpelkistäjäbakteerien aktiivisuuteen perustuvia käsittelysovelluksia.

5.5.1 Louhoskäsittely

Louhoskäsittelyssä, kaivoksen toiminnan aikana syntynyttä ja käytön jälkeen vedellä täyttynyttä avolouhosta tai kaivoskuilua hyödynnetään bioreaktorina. Käytännön toteutuksessa louhokseen lisätään tyypillisesti bakteerilähdettä sekä tarvittaessa sopivia hiilen- ja ravinteiden lähteitä (Riekkola-Vanhanen 1999, Riekkola-Vanhanen & Mustikkamäki 1997), jotka stimuloivat sulfaatinpelkistäjien toimintaa ja johtavat lisääntyneen bakteeritoiminnan kautta sulfaatti- ja metallipitoisuuksien alenemiseen (Lyew et al. 1994). Näin voidaan vaikuttaa louhoksista purkautuvan veden laatuun jo ennen kuin se kulkeutuu muualle ympäristöön.

Käsittelyssä avolouhoksen tai kaivoskuilun pohjalle tai seinämiin muodostuu sopivissa olosuhteissa aktiivinen sulfaatinpelkistäjäkanta, joka saa kasvuun tarvitsemansa orgaanisenhiilen ja ravinteet bakteerikannan mukana lisätystä substraatista. Optimitapauksessalouhoksen pohjalle ja pohjalla oleville tarttumispinnoille muodostuu mikrobikanta, joka pystyy elättämään itse itsensä

5.5.2 Louhokäsittelyn toteuttaminen käytännössä

Louhokäsittelyllä tarkoitetaan käsittelymenetelmää, jossa vedellä täyttynyttä kaivoskuiluatai avolouhusta hyödynnetään bioreaktorina, ja louhoksessa ja myös muualla kaivosalueellasyntyneet vedet käsitellään louhoksessa in situ. Käsittelyssä hyödynnetään sulfaatinpelkistäjäbakteereita, joiden toimintaa aktivoimalla pyritään alentamaan kaivosvesissä yleisesti esiintyvien metallien ja sulfaatin pitoisuutta. Erilaiset anaerobiset lietteet mm. eläinten lanta sisältävät runsaasti sulfaatinpelkistäjäbakteereita sekä bakteerienkasvuun tarvittavia ravinteita. Hyödyntämällä käsittelyssä tämän kaltaisia substraattimateriaaleja voidaan kaivosvesiä käsitellä yksinkertaisella ja edullisella tavalla. Kotalahdessa substraattimateriaalina hyödynnettiin sianlantaa, jota lisättiin useaan otteeseen vuosina 1996–1997.

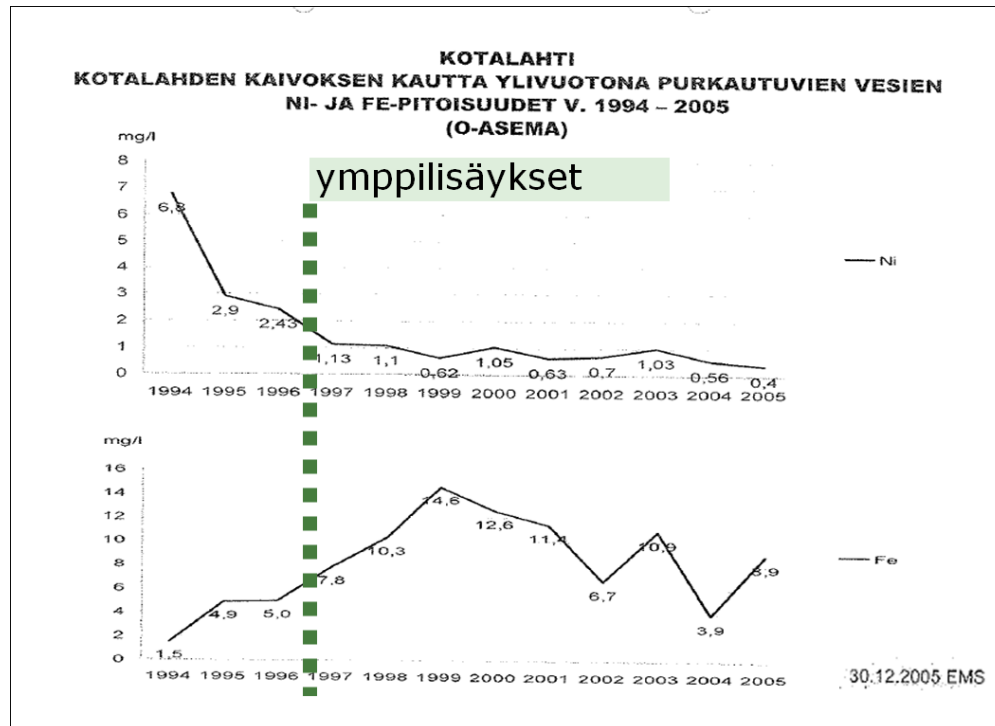
Taulukko 7. Kotalahden kaivoksen veden analyysitiedot 1996.2007.

Sianlantaa on lisätty useaan otteeseen vuosina 1996.1997.

Aika	Syvyys	O ₂ (mg/l)	pH	Fe (mg/l)	Cu (mg/l)	Ni (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Mn (mg/l)	Kiintoaines (mg/l)
19.12.1996	-50	3,6	6,7	3,1	< 0,02	2,7	960		
	-75	3,9	6,5	2,9	< 0,02	3,1	970		
	-100	3,1	6,5	2,9	< 0,02	3,2	940		
11.9.1997	-10	0	7	4,5	0,09	0,04	930	4,8	
	-20	0	6,8	4,4	0,04	0,04	1000	4,8	
	-30	0	6,9	4,7	< 0,02	0,05	1000	4,8	
	-50	0	6,7	11	< 0,02	0,46	1100	4,7	
	-70	0	6,4	23	0,06	1,5	1100	4,4	
	-100	0	6,3	23	< 0,02	1,8	1100	4,3	
19.1.1999	-10	0	7	1,6	< 0,03	0,13	210	0,57	
	-30	0	7,1	0,15	< 0,03	0,01	600	2,8	
	-70	0	6,9	10	< 0,03	0,08	720	3	
	-100	0	6,8	16	< 0,03	0,1	910	3,7	
18.12.2003	-10	0	7,4	0,041	< 0,03	0,15	120	0,31	14
	-30	0	7,4	0,045	< 0,03	0,14	130	0,3	21
	-70	0	7,5	< 0,040	< 0,03	0,11	130	0,34	17
	-100	0,15	7,5	0,041	< 0,03	0,1	130	0,33	44
21.12.2005	-10	0	7,5	< 0,040	< 0,02	0,2	110	0,19	8
	-30	0	7,5	< 0,040	< 0,02	0,15	110	0,21	7
	-70	0	7,5	< 0,040	< 0,02	0,31	150	0,18	78
	-100	0	7,5	< 0,040	< 0,02	0,078	130	0,28	20
10.12.2007	-10	0	7,5	0,55	< 0,03	0,11	110	0,28	
	-30	0	7,5	0,57	< 0,03	0,1	110	0,28	
	-70	0	7,4	1,2	< 0,03	0,09	140	0,43	
	-100	0	7,5	0,58	< 0,03	0,098	110	0,28	

Tuloksista nähdään, että veden metallipitoisuudet ja sulfaattipitoisuus ovat olleet hyvin alhaiset jo vuodesta 1999 lähtien eikä suuria muutoksia pitoisuuksissa ole tämän jälkeen havaittavissa. Mangaani ja rauta ovat saostuneet viimeisenä metallien sulfidisaostusjärjestyksen mukaisesti, ja pitoisuudet ovat lähteneet laskuun yhdessä veden sulfaattipitoisuuden kanssa. Koska vesien laatuun vaikuttavia toimenpiteitä on toteutettu viimeksi vuonna 1999, voidaan todeta, että Vehkan kuiluun on syntynyt itseään elättävä sulfaatinpelkistäjäkanta, joka on kyennyt toimimaan itsenäisesti jo useamman vuo-

den ajan. Mikäli olosuhteet kaivoksessa pysyvät suhteellisen muuttumattomina, on louhoskäsittely kestävä ratkaisu myös pidemmällä aikavälillä. Tavallista on, että käsittelyn käynnistyminen vaatii useamman substraattilisäyksen, jotta kaivokseen saadaan kertymään riittävästi orgaanista ainesta ja ravinteita bakteerien tarpeisiin (Sulfaatinpelkistyksen hyödyttäminen happamien kaivosvesien käsittelyssä Vestola /Mroueh2008,)



Kuva 14. Kotalahden vanhan kaivoksen jälkihoitoon liittyvän bakteeriympin lisäyksen (vuosina 1996–1997) vaikutukset välialtaan nikkeli- ja rautapitoisuuksiin. Kuva: E. Soininen, Outokumpu Mining Oy.

Voimassaoleva lupapäätöksen mukaan bakteeriympin lisäystä kaivosveteen arvioidaan seuraavan ympäristölupahakemuksen yhteydessä, lupaehdon 3. mukaan

" Sulfaatinpelkistäjä bakteeriymppeä tai bakteeriravinteita saadaan tarvittaessa lisätä kaivosveteen tarkkailutulosten perusteella. Ympin tai ravinteiden lisäämisestä on ilmoitettava Pohjois-Savon ympäristökeskukselle sekä Leppävirran kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle 3 kuukautta ennen toimenpiteeseen ryhtymistä. Ilmoituksessa on käytävä ilmi tarvittavan ympin tai ravinteiden määrän laskentaperusteet, lisättävä määrä ja sen laatu sekä perustelut lisäykselle."

(Itä-Suomen aluehallintoviraston päätös78/2011/8/30 lupaehto 3)

5.6 Koepumppaus kaivoskuilusta

Vuonna 2009 aloitetun ensimmäinen vaihe oli kaivoskuilusta tehtävä koepumppaus (kuva 15). Kokeilun tarkoituksena oli muttaa kaivoksen ylivuotoveden vitaussuuntaa siten, että vesi virtaisi mertakosken kosteikosta takaisin kaivoskuiluun. Kokeilussa lähtökohtana oli pumpata vettä Vehkan hissitornin kaivoskuilusta ja siten alentaa kaivosveden pintaa. Vesinäytteiden perusteella oli syytä olettaa, että kaivoskuilun yläosan veden laatu oli niin hyvä että sen voi johtaa suoraan vesistöön. Koetoiminnassa pumpattu vesi johdettiin putkilinjaan, joka johtaa ympäristöstä tulevia puhtaita vesiä K- altaaseen ja Oravijokeen. Pohjois-Savon ympäristökeskus antoi luvan pumppauskokeilulle, 17.7.2009.

Vehkan kuiluun rakennettiin pumppaamo ja lähtöpäähän asennettiin venttiili, jolla saatiin säädetyä virtausta. Ensimmäinen koepumppaus aloitettiin 31.8.2009. Pumppaus aloitettiin teholla $200 \text{ m}^3/\text{d}$ jonka jälkeen tehoa nostettiin seuraavana päivänä vaihteittain tasolle $1100 \text{ m}^3/\text{d}$. Koetoiminnan kolmantena päivänä havaittiin vinotunnelin vesipinnan laskeneen 10–15 cm. jolloin pumppaustehoa pinennettiin tasolle $400 \text{ m}^3/\text{d}$ jäljätenä pumppauspäivänä havaittiin vedessä merkkejä kiintoaineksesta ja vesi oli ajoittain ruskeaa. Viidentenä päivänä todettiin veden muuttuneen ruskeaksi ja pumppaus lopetettiin. Veden samentuminen johtui todennäköisesti suuresta pumppaustehosta. Vedenpinnanlasku aiheutti läheiseen avolouhokseen läjitettyjen allaspuhdisamosta poistettujen rautasakkojen liikkeelle lähdön.

Toinen pumppauskokeilu järjestettiin samasta vehkan kuilusta. Ennen pumppauksen aloitusta tehtiin putkistoon muutosniin, että vedet ohjattiin putkesta koetoiminnan ajan ilmastusportaan kautta C-altaaseen (kuva 15). Tällä järjestelyllä saatiin vedet ohjattua kosteikkokäsittelyyn, eikä suoraan ympäristöön. Vedenlaadun heikkeneminen ei näin ollen aiheuttaisi haittaa ympäristölle. Toinen pumppauskokeilu aloitettiin 29.9.2009 pumppaustehon ollessa $350 \text{ m}^3/\text{d}$. Virtausta kuristettiin tasolle $120 \text{ m}^3/\text{d}$, tällä teholla pumpattiin kokeilun loppuun 19.11.2009 saakka. Vesi oli silminnähden kirkasta koko koepumppauksen ajan Vinotunnelista ja kosteikkoaltaista tehtyjen vesipintojen korkeushavaintojen perusteella kaivosveden virtaussuunta oli muuttunut oletetulla tavalla. Kuitenkin kokeen aikana otettujen vesinäytteiden perusteella veden laatu ei täyttänyt ympäristöluvan ehtoja kiintoaineen ja raudan osalta. Kiintoainepitoisuus oli n. 20 mg/l kun luparaja on 10 mg/l ja raudalla pitoisuus oli n. 25 mg/l , kun luparaja on 2 mg/l .



Kuva 15. Koepumppausveden purkuputken ja puisen ilmastusportaan asennus C-altaaseen.
Kuva. Timo Järvinen 2009

5.7 Koetoiminan mittaukset ja seuranta

Vuonna 2009 asennettiin C-kosteikkoaltaasta mertakosken altaaseen ja E-altaaseen menevien putkien C-altaan puoleisiin päihin kulmakappaleet ja nousuputket, joiden päät asetettiin tasolle + 88,50(KKJ 60). Näillä putkilla saatiin C-altaan vedenpinta nousuun, veden virtaussuunnan muuttamista varten. Samalla asennettiin venttiilillä varustettu väliputki C-altaan ja mertakosken ylivuotoaltaan välille. Tämän järjestelyn jälkeen C-altaaseen kerääntyvät pintavalunta- ja suotovedet eivät päässeet muihin altaisiin, muuten kuin patopenkereen läpi suotautumalla.

Mertakosken altaasta valuvat vedet kulkivat välialtaan kautta E-altaaseen ja edelleen purkuojaa pitkin puhdistamolle. Vuoden 2010 koetoiminnassa muutettiin veden virtaus-ta siten, että kaivoksen ylivuotovedet ohjattiin välialtaasta rakenettua putkea pitkin K-altaan kautta Oravijokeen. Vesien pääsy Välialtaasta E-altaaseen estettiin patoamalla altaiden välinen putki.

Välialtaasta K-altaaseen asennettussa putkeen oli rakennettu V-mittapato, jolla voitiin havainnollistaa putken läpi virtaavan veden määrä. Mittapato tunnetaan myöhemmin nimellä M1 (mittapadon rakenne kuva 16).

Ennen koetoiminnan aloittamista Oravijoen ja puhdistamolle tulevan veden laatu selvitetiin ja näytteistä analysoitiin pH, rauta, kiintoaines, sulfaatti ja nikkeli. Näin varmistettiin, että veden laatu alittaa ympäristöluvassa asetetut pitoisuusrajat. Vesien laatua tarkkailtiin koetoiminnan aikana noin kerran kuukaudessa kolmesta havaintopisteestä:

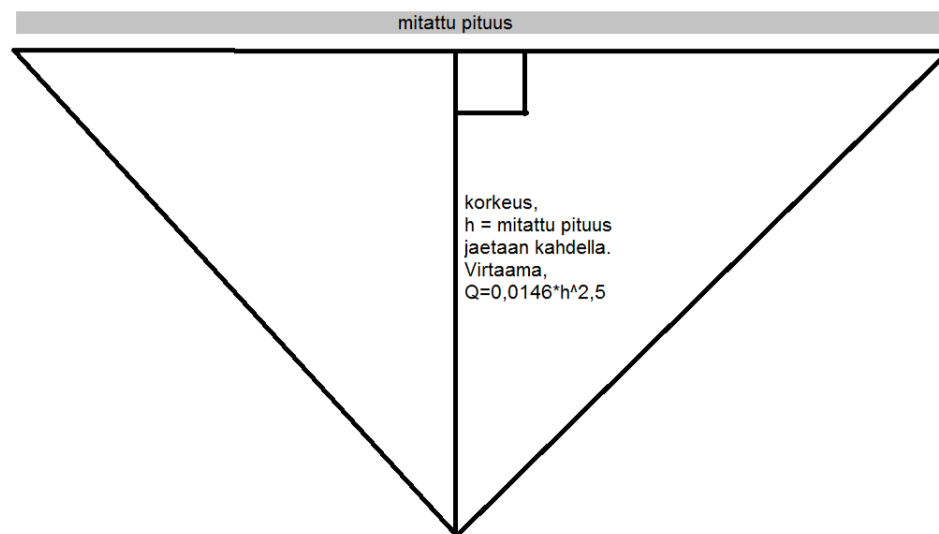
1. Väliallas, Mertakosken ylivuotoaltalta välialtaalle tulevat vedet
2. Oravijoki,
3. Puhdistamo, puhdistamolle tuleva vesi TP

Veden virtaamia on mitattu koetoiminnan alkuvaiheessa viikottain. M2-mittapadon luona on havainnoitu myös sademäärää ja sen vaikutusta virtaamaan. Veden virtaamamääriä on havainnoitu kolmesta paikasta:

1. Välialtaan ja K-altaan välisestä mittapadosta, M1
2. E- altaalta lähtevän purkuojan suulta, mittapadosta M2
3. Puhdistamon tulokaivosta, TP

5.7.1 Virtaaman mittaaminen V-mittapadolla

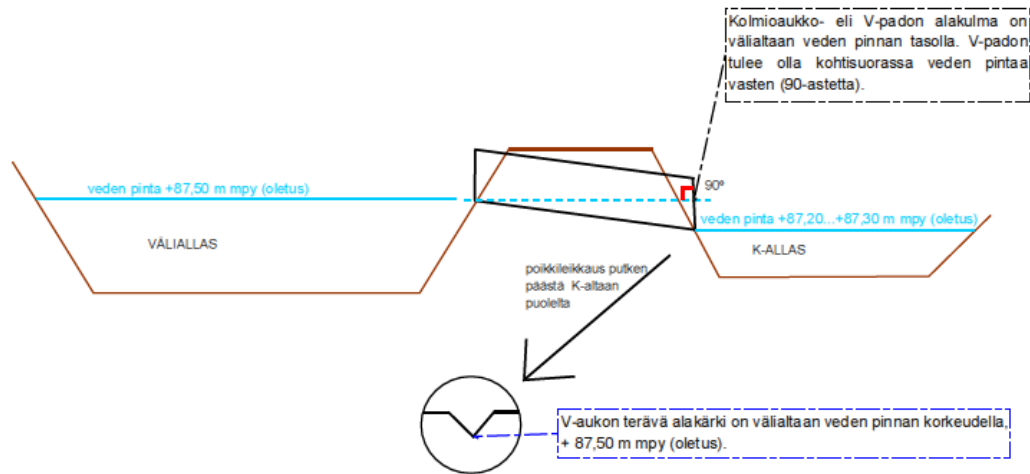
Virtaamamittauksia voidaan tehdä varsin yksinkertaisella mittausmenetelmällä, jota sanotaan V- mittapadoksi tai Thompsonin padoksi. Seuraavassa on esitetty rumpuputkeen asennetun mittauksen periaate ja virtaaman laskentakaava. Vuoden 2010 koetoiminnassa rakennettiin samalla periaatteella M1 ja M2 mittapadot virtaamamäärien seurantaan.



Kuva 16 V-mittapadon mittausperiaate ja laskentakaava (Kuva Groundia Oy, koetoimintasuunnitelma 2010)

Kotalahden vanhan kaivoksen vesien hallintaan liittyvä koejärjestely, v. 2010

Välialtaan ja K-altaan väliin asennettavan putken periaatepiirros (12.5.2010)
passiivinen kaivosvesien johtaminen-koetoiminta



Kuva 17. M1- mittapadon periaatekuva (kuva Groundia, Koivuhuhta, 2010)



Kuva 18. Vesien järjestely ja mittapatojen paikat koetoiminnassa 2010 (kuva, Groundia Oy 2010 Koetoimintasuunnitelma.)

Veden virtaamissa vaihtelut ovat olleet suuria M1 padolla. Suurimmillaan virtaama on ollut joulukuussa 2011 lumipeitteen aikaan. Virtaamaan nousu voi johtua samaan aikaan C-altaalla tehdyistä maansiirtotöistä ja Mertakosken altaalle rakenneteilla olevan hapettimen asennustöistä. Keskimäärin virtaamat ovat vaihdelleet M1-padolla 200-500 m³/d välillä ja M2 padolla 20-130 m³/d välillä. Edellisen vuoden arvoihin verrattuna virtaamat ovat kasvaneet, mutta todennäköisin syy arvojen kohoamiseen on suurempi sademäärä. Kotalahden kaivosalueen virtaamamittausten keskiarvotulokset (m³/d) koetoiminnanaikana vuonna 2010 taulukossa 8.

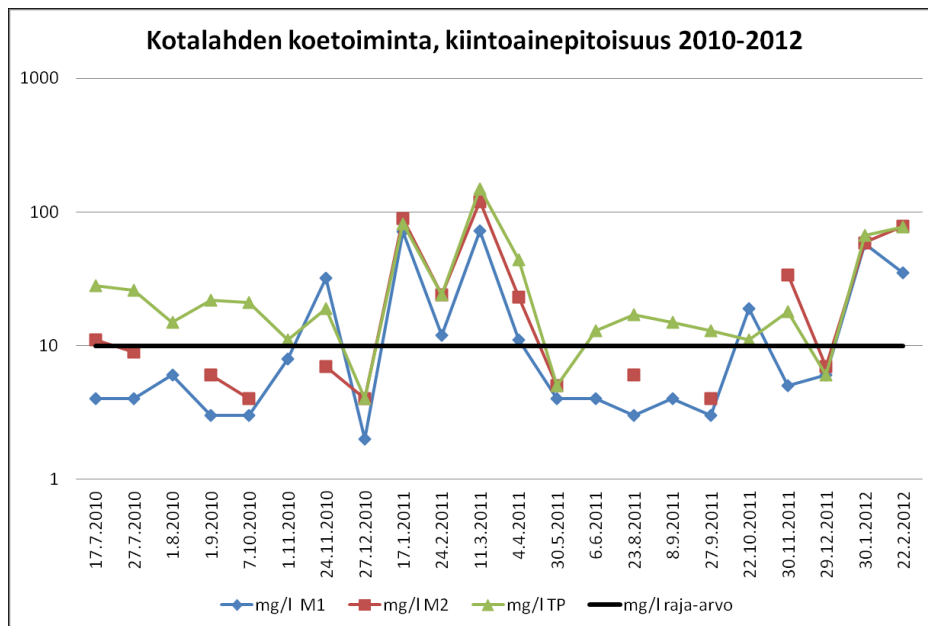
Syyskuun sademäärä on yksittäinen tulos 15.9.2010* ja lokakuulta ei ollut käytettävissä sadantatietoja. Lyhenne; n = havaintojen lukumäärä. (Outokumpu Oyj vuosiraportti, Samuli Nikula 2012).

Taulukko 8. Kotalahden kaivosalueen sadanta- ja virtaamatarkkailun tuloksia.

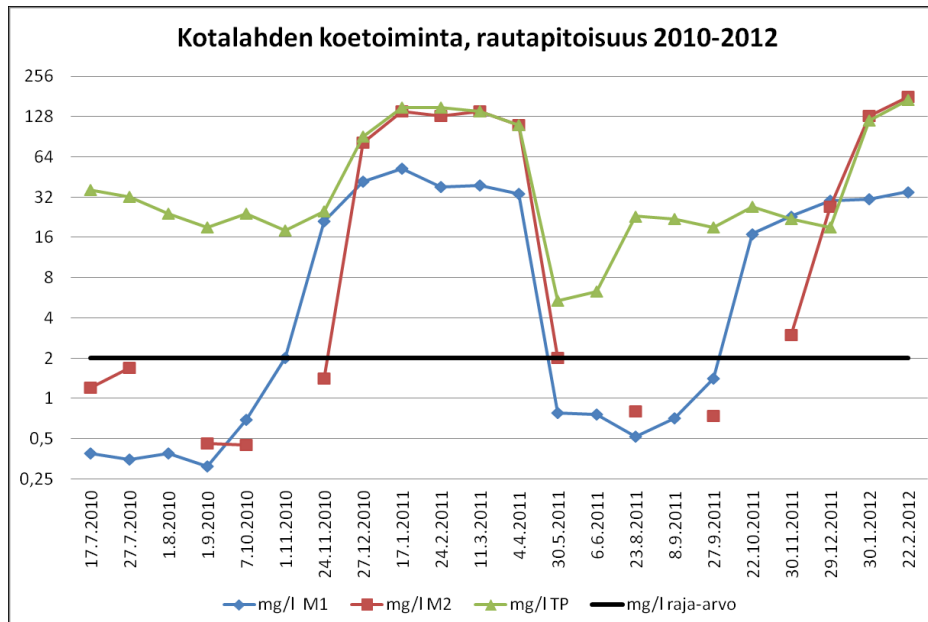
	sadanta (mm)	M1 (m³/d)	M2 (m³/d)	TP (m³/d)	LK (m³/d)	n
heinäkuu	29	262	49	78	113	23
elokuu	82	349	100	140	169	13
syyskuu	40*	396	108	153	246	2
lokakuu	-	425	100	136	164	2

5.8 Veden laatu koetoiminnan aikana 2010–2012

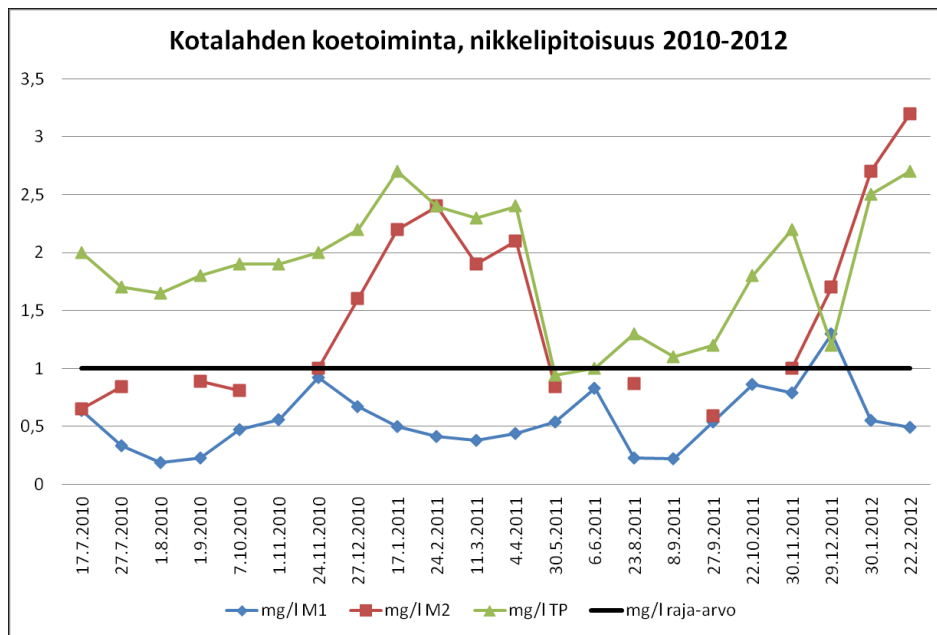
Veden laatua tarkkailtiin ottamalla vesinäytteitä ennen koetoimintaa ja sen aikana, kolmesta pisteestä noin kerran kuussa. Oravijokeen johdettujen vesien pitoisuudet eivät ylittäneet ympäristöluvan ehtoja kesän koetoiminnan aikana, joten koetoimintaa jatkettiin. Marras- huhtikuun välisenä aikana mittapadoilla M1 ja M2 rautapitoisuus kiintoaine ylittävät pitoisuusrajat. Tämä johtuu veden happipitoisuuden alenemisestä, silloin kun altaissa on jääpeite. Myöskään kasvillisuus ei sido rautasaostumia tavuaikana. Nikkelipitoisuus on yli sallitun pitoisuusrajan M1- mittapadolla ainoastaan yhdessä näytteessä (29.12.2011). Ylitys johtuu todennäköisimmin Mertakosken altaalle tehdyistä hapetuspumpun asennustöistä, jossa altaan pohjan sedimenteissä oleva nikkeli on lähtenyt liikkeelle. Näytteiden pH arvot ovat vaihdelleet M1 mittapadolla välillä 6,6–7,4; M2 mittapadolla välillä 6,3–7,1 ja TP-kaivossa välillä 6,0–6,8. (Kotalahden vanha kaivos. Jälkihoitotoimet 2011 ja koetoiminnan tuloksiavuodelta 2010–2012. Samuli Nikula/Outokumpu Mining Oy ja Auri Koivuhuhta/Ramboll Finland Oy, 26.3.2012)



Kuva 19 Koetoiminnan aikainen veden kiintoainepitoisuuksien vaihtelu tarkkailupisteissä M1, M2 ja TP. Kuvassa lupamääräysten mukainen raja- arvo (musta viiva) 10 mg/l
(Kuva. Outokumpu Oyj vuosiraportti, Samuli Nikula 2012)



Kuva 20 Koetoiminnan aikainen rautapitoisuuden vaihtelu tarkkailupisteissä M1, M2, ja TP. Raudan lupamääräysten mukainen pitoisuus (musta viiva) 2mg/l



Kuva 21 Koetoiminnan aikainen nikkelpitoisuuden vaihtelu tarkkailupisteissä M1, M2, TP. Nikkelin pitoisuuden lupamääräysten mukainen arvo(musta viiva) 1mg/l
(Kuva. Outokumpu Oyj vuosiraportti, Samuli Nikula 2012)

Tällä hetkellä uuden kaivoksen perustaminen vaatii perusteellisen selvityksen ympäristövaikutuksista ja on tarkoin säädelty ympäristöluvilla. Kaivoksen perustamisvaiheessa voidaan rakenteet ja toiminta suunnitella siten, että kaivoksen ympäristöhaitat voidaan ehkäistä. Kotalahden kaivos on perustettu 1950 luvulla ja silloinen tietämys kaivostoiminnan ympäristövaikutuksista ja niiden huomioonottamisesta ei ole ollut ensimmäinen prioriteetti. Kaivostoiminnan tuoma taloudellinen hyöty, joka konkretisoitui kyläyhteisön elintason nousuna, on ollut tervetullutta.

Kaivostoiminnasta aiheutuu kuitenkin ympäristövaikutuksia vielä kaivoksen sulkeuduttua. Kaivosalueelle perustetut sivukivien- ja rikastehiekkaaltaiden läjitysalueet on perustettu olemassaolevaan maastoon ilman suojaavia pohjarakenteita. Kotalahden kaivoksella sivukiveä ja rikastehiekkaa on läjitetty entiseen vehkalampeen, josta ylivuotovedet ovat virranneet Oravilahteen. Nykyisin Vehkalamen paikalla on kosteikkoaltaita. Kaivosalueen valumavesien käsittelyssä ja hallinnassa ongelmallista on vesien suotautuminen patojen läpi ja altainen pohjan kautta.

Kotalahden kaivosalueella käytetään ns. passivisia vesienkäsittelymentelmiä. Niillä pyritään vaikuttamaan veden happamuuteen ja happipitoisuuteen siten, että veteen liuenneiden metallien kiintoaineksen pitoisuutta saataisiin alennettua. Kaivosalueella käytettyinä passivisina menetelminä ovat vesien kosteikkokäsittely, hapetus, sulfidinpelkistys, rikastehiekka-alueen hapettumisen ja eroosion estäminen ja valumavesien puhdistamokäsittely. Passiivisille vesienkäsittelymenetelmille on olemassa hyväksi nähtyjä toimenpidemalleja, mutta koska kohteiden olosuhteet eivät ole samanlaiset, on käytettävän menetelmän soveltuvuus testattava käytännössä.

C-kosteikkoaltaan vedenpintaa nostettiin v.2009 pumpppauskokeilua varten tasosta +87,50 tasoon + 88,50. E- altaan vedenpinta on noin tasolla +87,50, korkeuseroa on siis 1 metri. E-altaaseen tulevat putkiyhteydet on suljettu, mutta altaasta virtaa kuitenkin vettä purkuojan kosteikon kautta puhdistamolalle. Tästä voidaan päätellä, että E-altaan vedet tulevat suotautumalla joko C-altaasta välipadon läpi, tai pohjan kautta.

Tukimuskohteenä ehdottaisin C-altaan vesipinnanlaskua tasolle +88,00. Tämä ei vielä heikentäisi kosteikon toimintaa, mutta paine-eron pieneneminen voisi vähentää veden suotautumista E-altaaseen. C-altaan vedet voisi edelleen johtaa Mertakosken ylivuotoaltaaseen, koska Mertakosken vedenpinta vaihtelee tasolla +87,50–+87,65

Kaivosalueen valumavesien allaspuhdistamolle menevien vesien metalli- ja kiintoainepitoisuudet ovat olleet yli ympäristöluvassa määrätyn pitoisuusrajan. Puhdistamolle lähtevien vesien virtaamaa on voitu vähentää neljäsosaan vuoden 2010 koetoiminnan ansiosta. Kokonaisvirtaaman ollessa olennaisesti pienempi, kuin ennen koejärjestelyjä, on Oravilahteen johdettavien valumavesien kokonaiskuormitus oleellisesti vähentynyt.

Puhdistamon toimintaa voisi vielä tehostaa poistamalla hidassuodatusaltaan käytöstä ja täytämällä altaan kalsiittimurskeella. Kaksiosaisen altaan molempiin osiin voisi rakentaa samantyyppiset jakoputkistot, joita on asennettu vuoden 2010 saneerauksen yhteydessä. Tällätavoin voitaisiin tehostaa veden hapetusta ja pH tason nostoa, joka edistää raudan ja nikkelin saostumista puhdistamoon.

Puhdistamon kuivasuodattimessa on noin 25 cm kerros kalsiittimursketta. Kuivasuodattimen murskepatja kerää tehokkaasti rautasakaa, mutta se tukkeentuu nopeasti ja vesi alkaa tulla reunojen yli. Kuivasuodattimen reunolle voisi tehdä korotukset esim valubetoniharkoilla, esimerkiksi 3 harkkokerrosta, joka tarkoittaa 0,6 metrin korotusta. Tällöin saataisiin kuivasuodattimeen paksumpi kalsiittimurskepatja ja puhdistamon huoltoväli pitenisi.

Rikastehiekka-alue on peitetty kasvukerroksella niiltä osin, kun se on järkevää tehdä. Niillä alueilla, joissa alueelle on muodostunut puustoa, muodostuu myös puiden lehtiä ja kariketta joka maatuessaan muodostaa humuskerroksen ja saa aikaan aluskasvillisuuden rehevöitymisen. Savon–Sellun puhdistamoliete on toiminut erinomaisena kasvualustana heinälle ja muille luonnon kasveille. Peittokerroksessa kasvaa luontaisesti siementyneitä puiden taimia.

Puhdistamolietteen kerrospaksuuden seurannan tuloksena voidaan todeta, että kosteana levitetty kerros painuu n. 35% ja tämä on huomiotava materiaalimääriä laskettaessa ja peittokerrosta levitettäessä.

Rikastehiekka-alueelle aikaisemmin muodostunut puusto on kasvultaan siinä vaiheessa, että niiden oksisto karsiintuu. Olisikin harkittava puuston harvennusta, ettei elävä latvusto pienene. Puiden oksiston rehevänä pysyminen, auttaa veden haihtumisessa ja harvemmassa metsässä puiden juurille muodostuu myös aluskasvillisuutta, joka sitoo sadevesiä. Rikastehiekka-alueen peiton vaikutus vesien pitoisuuksiin voidaan havaita pidemmän ajan kuluessa. Joka tapauksessa peittokerros estää alueen pölyhaitat.

Bakteeriympin lisäystä Vehkan kuiluun on suunniteltu, mutta kaivoksen ylivuotovesin metallipitoisuudet eivät ole kohonneet joten bakteeriympin lisäystä ei tässä vaiheessa tehdä.

K- altaan ja Oravijoen välille kaivettu oja ehkäisee tulvaveden nousua odotetulla tavalla. Kaivetun ojan luiskat ovat pysyneet hyvin muodossaan ja vesi ei ole aiheuttanut luiskien sortumista eikä eroosiota.

Yhteenvedona voidaan todeta, että 2009–2012 Kotalahden kaivosalueella tehdyt jälkihoitotoimenpiteet ovat olleet tuloksellisia ja Oravilahteen kohdistuva kokonaiskuormitus on pienentynyt oleellisesti. Koetoiminnasta saatujen tulosten perusteella valitut toimenpiteet ovat osoittautuneet toimiviksi ja antavat suuntaa tuleville suunnitelmille joilla tehostetaan valumavesien käsittelyä Kotalahden suljetulla kaivosalueella.

LÄHTEET

Aarrekaupunki, Outokumpu

[viitattu 15.2.2013.]

Saatavissa www.aarrekaupunki.fi/kaivosmuseo

Arto Savolainen Leppävirran kunnan rakennusinventointi 2005- 2006

www.pohjois-savo.fi/fi/psl/maakuntakaavoitus/.../Oravikoski_2006.pdf

Itä-Suomen aluehallintoviraston lupapäätös

ISAVI päätös Dnro: ISAVI/283/04.08/2010[viitattu 15.4.2013.]

Saatavissa www.avi.fi › ... › *Ympäristö- ja vesitalousluvut* › *Ympäristöluvut*

Itä- Suomen yliopisto. Kaivostoiminnan kehitys suomessa. [viitattu 20.2.2013].

Saatavissa <http://www.uef.fi/kaivostutkimus/kaivostoiminnan-kehitys-suomessa>

Kaivostoiminnan ympäristötekniikka-projekti 2005. Kaivoksen Sulkemisen käsikirja.

Saatavissa: http://www.arkisto.gtk.fi/ej/kaivoksen_sulkeminen.pdf

Kotalahden vanha kaivos. Jälkihoitotoimet 2011 ja koetoiminnan tuloksiavuodelta 2010–2012. Samuli Nikula/Outokumpu Mining Oy ja Auri Koivuhuhta/Ramboll Finland Oy, 26.3.2012)

Kuisma Markku 1985. Outokumpu 1910-1985. Kuparikaivoksesta suuryhtiöksi. Outokumpu Oy.

Outokumpu Oy:n vuosiraportti Samuli Nikula 2012. [viitattu 10.5.2013.]

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy, Koirusveden yleistarkkailuohjelman vuosiyhteenveto 2012, . [viitattu 10.5.2013. ei julkistettu]

Suomen ympäristökeskus. Suomen Ympäristö 29/2011. Metallimalmikaivostoiminnan parhaat ympäristökäytännöt. [Viitattu 20.4.2013]. Saatavissa: www.ymparisto.fi/julkaisut

Työ ja elinkeinoministeriön julkaisuja 69/2010. [verkkojulkaisu]. Mineraalitalous kasvavana mahdollisuutena. [viitattu 10.5.2013.] Saatavissa <http://www.tem.fi/?s=4584>

Vestola/Mroueh 2008. Sulfaatinpelkistyksen hyödyttäminen happamien kaivosvesien käsittelyssä.

